



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 158 267 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

publiée en application de l'article 158, paragraphe 3 de la CBE

(43) Date de publication:
28.11.2001 Bulletin 2001/48

(51) Int Cl.7: **G01B 11/02**, G01B 11/04,
G01B 11/24, G01B 11/30,
G01N 21/892, B21C 51/00

(21) Numéro de dépôt: **00974833.6**

(22) Date de dépôt: **08.11.2000**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/JP00/07853

(87) Numéro de publication internationale:
WO 01/35050 (17.05.2001 Gazette 2001/20)

(84) Etats contractants désignés:
FR

(30) Priorité: **08.11.1999 JP 31704499**
29.03.2000 JP 2000092247
07.11.2000 JP 2000339677

(71) Demandeur: **SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.**
Osaka-shi, Osaka 541-0046 (JP)

(72) Inventeurs:
• **ISHIHARA, Humitaka**
Sumitomo Metal Industries Ltd.
Osaka-shi, Osaka 541-0046 (JP)

- **KURIHARA, Shigeyuki**
Sumitomo Metal Industries Ltd.
Osaka-shi, Osaka 541-0046 (JP)
- **NOGAMI, Shinichi**
Sumitomo Metal Industries Limited
Osaka-shi, Osaka 541-0046 (JP)
- **HORIKAWA, Hideo**
Sumitomo Metal Industries Limited
Osaka-shi, Osaka 541-0046 (JP)

(74) Mandataire: **Uchida, Kenji et al**
S.A. Fedit-Loriot et Autres Conseils en Propriété Industrielle,
38, avenue Hoche
75008 Paris (FR)

(54) **PROCEDE POUR MESURER LA QUALITE D'UN CORPS EN FORME DE BANDE, PROCEDE DE SUPPRESSION DE LA CAMBRURE, INSTRUMENT POUR MESURER LA QUALITE D'UN CORPS EN FORME DE BANDE, MACHINE DE LAMINAGE ET DISPOSITIF DE ROGNAGE**

(57) Une matière sous forme de bande est filmée par des vidéo caméras pendant qu'elle est acheminée sur les rouleaux. Dans les images obtenues, plusieurs points de mesure sont choisis sur les bords latéraux de la matière, et la distance de chacun de ces points est mesurée par rapport aux lignes de repère correspondante le long de la matière. L'ondulation latérale et le cambrage sont calculés sur la base des distances obtenus pour les mêmes points de mesure de la matière après l'acheminement de celle-ci. Ensuite, la largeur de la matière est calculée à partir de deux points de mesure opposés sur les deux bords latéraux et placés sur la ligne transversale de la matière. Les défauts de surface de la matière sont détectés sur la base de la luminance des pixels apparus dans les images. Les manques du bord sont détectés sur la base de la distance aux points de mesure. Ensuite, les dispositifs de laminage et d'ébarbage sont réglés par commande à action directe "FF", sur la base de l'ondulation latérale, du cambrage et de la largeur de la matière.

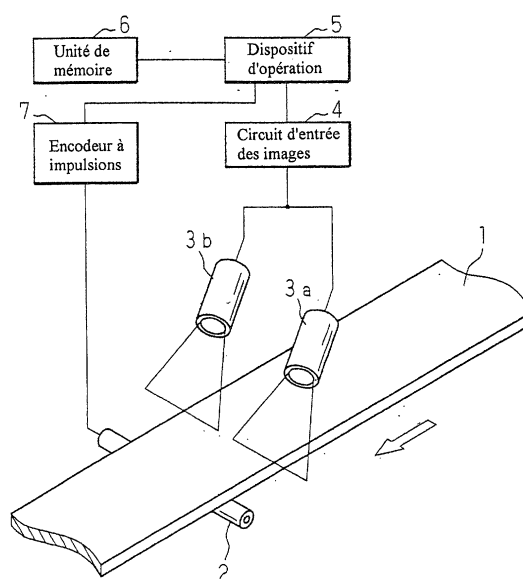


FIG.1

Description

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne un procédé pour mesurer la largeur, l'ondulation latérale et le cambrage d'une matière sous forme de bande, par exemple une tôle d'acier, en utilisant des images prises sur cette matière. L'invention concerne aussi un procédé de mesure de qualité de la matière, afin de détecter des manques de bord latéral et des défauts de surface de cette matière, et un procédé de réduction de cambrage, afin de réduire le cambrage de la matière formé lors d'un laminage et d'un ébarbage. L'invention concerne, de même, un dispositif pour la mesure de qualité, pour le laminage et pour l'ébarbage, afin de réaliser le procédé de mesure de qualité précité.

Etat de la technique

[0002] Une matière sous forme de bande, par exemple une tôle d'acier, subit une variation de sa largeur et/ou un cambrage (ondulation longitudinale des bords latéraux d'une tôle) pendant sa production. Il devient donc nécessaire d'ébarber les deux bords latéraux de la tôle pour avoir les bords latéraux droits. Par ce fait, lorsque le cambrage est important, l'ébarbage devient coûteux, et le rendement de la tôle baisse. En outre, lorsque la tôle est gondolée pendant le laminage, son épaisseur sur la largeur devient irrégulière. Il devient ainsi nécessaire de mesurer le cambrage de la tôle au cours de son acheminement sur une ligne de production, et de régler le taux de réduction et la traction en fonction des résultats de mesures obtenus, afin d'améliorer la qualité du produit.

[0003] Un procédé de mesure automatique du cambrage d'une tôle au cours de l'acheminement a déjà fait l'objet d'un brevet délivré Hei 6-1186 sous le titre "Procédé de comparaison et de rectification, sur la base des mesures de courbure d'un produit long". Ce procédé permet de mesurer la distance depuis trois points de repère jusqu'aux bords latéraux de la tôle. Ce procédé a l'avantage de pouvoir mesurer précisément le cambrage ayant une périodicité spécifique.

[0004] Par ailleurs, la demande de brevet publiée sous le numéro Hei 5-157 549 divulgue un procédé, selon lequel le cambrage est mesuré par deux groupes d'au moins trois capteurs pour détecter la position des bords, installés le long de la direction longitudinale de la tôle. Il est ainsi possible de mesurer le cambrage de façon précise, et indépendamment de la périodicité.

[0005] Or, pour obtenir un produit de qualité, il est nécessaire de mesurer non seulement le cambrage, mais aussi l'ondulation latérale et la largeur de la tôle. Par ailleurs, le cambrage peut parfois occasionner la formation de défauts de surface tels que des plis, rendant ainsi souhaitable la détection de ces défauts de surface.

[0006] Les informations concernant le cambrage,

l'ondulation latérale, la largeur et les défauts de surface de une tôle sont définies infra comme "informations sur les mesures de qualité".

[0007] Les informations sur les mesures de qualité d'une tôle ont été obtenues dans le passé par les moyens suivant.

[0008] La figure 14 montre les constituants, par unités, d'un dispositif connu pour obtenir les informations sur les mesures de qualité d'une tôle. Comme il est montré dans cette figure, une tôle 1 est acheminée par un rouleau 2 à une vitesse donnée dans la direction longitudinale. Des capteurs 20, 20, 20 pour détection de la position des bords sont alignés au-dessus d'un des bords de la tôle placé en amont de la direction de l'acheminement de la tôle, afin de mesurer le degré de cambrage et d'ondulation latérale. Plus en aval sont montés, au-dessus des deux bords de la tôle, des capteurs 21, 21 pour détecter la position des bords, afin de mesurer la largeur de la tôle. Encore plus en aval est installée une vidéo caméra 22 pour prendre des images afin de détecter les défauts de surface de la tôle 1.

[0009] Les trois capteurs pour détecter la position des bords 20, 20, 20 permettent de mesurer la distance entre les points de repère spécifiques et les bords latéraux de la tôle. Les distances mesurées sont entrées dans un moyen de calcul opérationnel 23. Ce dernier calcule les positions relatives de ces trois points de repère sur la base des distances obtenues. Le degré de cambrage et d'ondulation latérale de la tôle 1 est ensuite calculé en fonction desdites positions relatives.

[0010] Le moyen de calcul opérationnel 23 calcule la largeur de la tôle 1 sur la base des signaux relatifs aux distances des deux bords latéraux de la tôle, entrés via les deux capteurs 21, 21 pour détecter la position des bords. Les défauts de surface de la tôle 1 sont analysés sur la base des images captées par la vidéo caméra 22 et transmises via un circuit d'entrée des images 24.

[0011] Les informations sur les mesures de qualité ont ainsi été obtenues en employant plusieurs capteurs de détection de la position des bords et une vidéo caméra.

[0012] Cependant, puisque ces appareils connus sont constitués par de nombreux capteurs et vidéo caméras, ils occupent une espace considérable.

[0013] Par ailleurs, afin d'éviter la formation du cambrage et des défauts, on peut envisager de prendre des mesures aux deux moments différents de la procédure: lors du laminage de la tôle, ou lors de l'ébarbage de celle-là.

[0014] Le premier cas est divulgué dans le brevet japonais délivré sous No Hei 6-65404, dans lequel l'évolution chronologique du serrage du laminage aux côtés de l'opérateur et de l'entraînement pendant le laminage est enregistrée et calculée, afin d'obtenir le degré du cambrage, et de définir ainsi les conditions du laminage pour la passe suivante.

[0015] Cependant, ce procédé, ayant recours à une mesure indirecte s'appuyant sur le serrage du laminage,

est assujéti à des erreurs et des fluctuations d'épaisseur (environ 3 à 9 mm). De plus, l'allongement de la tôle pendant le laminage cause une déviation dans les informations pour régler le cambrage (décalage dans le captage de la position). Il est par conséquent difficile de capter et régler une variation en cambrage qui ne dépasse pas 3 mm.

[0016] Le procédé selon le second cas supra tend à former le cambrage de la tôle, suite à l'ondulation latérale qui est due au bobinage de tôle mal fait autour d'un dérouleur, ou due aux variations sur le degré de jeu et de recouvrement de la lame d'ébarbage, ces variations étant créées par les fluctuations en résistance au cisaillement qui proviennent de la différence en épaisseur sur la largeur de la tôle et sa variation sur sa longueur: le réglage et la suppression de ce cambrage sont difficiles à réaliser.

[0017] Lorsque l'on utilise un dispositif pour régler l'ondulation latérale tel qu'un régulateur de la position des bords (Edge Position Controller, soit "EPC"), un tel réglage est effectué sur la base du cambrage des bords de la tôle avant l'ébarbage. Il reste donc le problème du cambrage formé après l'ébarbage.

[0018] La présente invention a été conçue en vue de résoudre ces problèmes. L'invention a donc l'objet de fournir un procédé de mesure de la qualité, selon lequel la largeur, l'ondulation latérale et le cambrage d'une matière sous forme d'une bande au cours de l'acheminement peuvent être calculés simultanément avec une haute précision, ainsi qu'un dispositif de mesure de la qualité pour réaliser ce procédé.

[0019] Un autre objet de l'invention est de fournir un procédé permettant de réduire le cambrage en réglant, par une commande à action directe "FF", le décalage en ondulation latérale et en cambrage d'une matière sous forme d'une bande, le décalage étant mesuré côté opérateur et côté entraînement, ainsi qu'un dispositif de laminage pour réaliser ce but.

[0020] La présente invention a aussi pour but de fournir un procédé de réduction de cambrage et un dispositif à ébarbage, ces procédé et dispositif permettant de régler, lors de l'ébarbage, l'ondulation latérale par une commande à action directe "FF", en fonction de l'ondulation latérale et du cambrage mesurés, et de supprimer ainsi la formation du cambrage sur la matière sous forme d'une bande.

Description de l'invention

[0021] Les présents inventeurs ont mesuré, au cours de l'acheminement d'une matière (tôle ci-après), les distances entre chacun de plusieurs points de mesure pris sur les bords latéraux de la tôle, d'une part, et une ligne de repère définie le long de chaque bord latéral de la tôle, de l'autre, puis ont mesuré les distances correspondantes après que la tôle a été déplacée sur un trajet donné, et ont comparé les résultats de chaque mesure. Les inventeurs ont ainsi trouvé que l'on peut mesurer

l'ondulation latérale, le cambrage et la largeur de la tôle simultanément avec des moyens de prise des images moins nombreux. Sur la base des ces résultats, les inventeurs ont mis au point un procédé pour mesurer la qualité d'une tôle, un procédé pour supprimer le cambrage, ainsi qu'un dispositif pour mesurer la qualité, un dispositif de laminage et un dispositif d'ébarbage pour réaliser ledit procédé pour la mesure de qualité.

[0022] Le procédé de mesure de qualité d'une tôle selon le premier aspect de l'invention utilise un moyen de prise des images, par lequel des images prises sur la tôle au cours de son acheminement sont enregistrées à intervalle donnée. L'ondulation latérale et le cambrage de la tôle sont ensuite calculés à partir d'une pluralité d'images ainsi prises. Ce procédé est caractérisé en ce qu'il comprend: une étape, à laquelle est calculée la distance allant de chacun des points de mesure sur chaque bord latéral de la tôle, saisis dans les images, jusqu'à une ligne de repère définie le long de chaque bord latéral de la tôle; une étape à laquelle est détectée la différence entre la distance pour chaque point de mesure et la distance correspondante après l'acheminement de la tôle d'un trajet donné; une étape à laquelle l'ondulation latérale est calculée sur la base de la différence; et une étape à laquelle le cambrage de la tôle est calculé sur la base de l'ondulation latérale.

[0023] Le procédé de mesure de la qualité selon le second aspect de l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend, concernant le premier aspect de l'invention:

une étape pour calculer le décalage des points de mesure selon la formule représentée par:

$$R_{1 \sim n} = L_{1 \sim n} \times \{ (La_{n-1} - La_n) - (Lb_1 - Lb_2) \} / L$$

dans laquelle

n: nombre de points de mesure dans la première image prise;

$R_{1 \sim n}$: décalage de chaque point de mesure causé par l'acheminement oblique de la matière sous forme d'une bande;

$L_{1 \sim n}$: longueur comprise entre le point de mesure placé le plus en aval dans la première image et chacun des autres points de mesure, la longueur étant mesurée le long de la longueur de la matière et L_1 étant zéro;

L: cadence de mesure;

La_{n-1} : la distance du bord mesurée pour le (n-1)^{ème} point de mesure dans la première image;

La_n : la distance du bord mesurée pour le n^{ème} point de mesure dans la première image;

une étape pour calculer l'ondulation latérale sur la base de la formule représentée par:

$$D_{1\sim n} = Lb_1 - La_{n-1} - R_{1\sim n}$$

dans laquelle:

$D_{1\sim n}$: ondulation latérale pour chaque point de mesure;

Lb_1 : la distance du bord pour le point de mesure placé le plus en aval dans une seconde image de la matière, la seconde image étant positionnée plus en aval de l'acheminement de la matière par rapport à la première image; et

une étape pour calculer le cambrage selon la formule représentée par:

$$C_{i+n-1 \sim i+2(n-1)} = Lb_{1\sim n} - D_{1\sim n}$$

dans laquelle:

i: nombre de points de mesure pour le cambrage, i étant zéro ou un nombre entier.

$Lb_{1\sim n}$: la distance du bord pour chaque point de mesure dans la seconde image.

[0024] Le procédé de mesure de la qualité selon le troisième aspect de l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend, concernant le premier ou le second aspect de l'invention:

une étape pour calculer la distance du bord pour chaque point de mesure placé sur chacun des bords latéraux, la distance du bord étant mesurée à partir de la ligne de repère correspondante; et une étape pour calculer la largeur de la matière selon la formule représentée par:

$$W = L - (Lc + Ld)$$

dans laquelle:

L: espace entre les deux lignes de repère qui s'étendent le long de chacun des bords latéraux correspondant de la matière;

Lc: mesure entre un point donné sur un premier bord et la première ligne de repère correspondante; Ld: mesure entre un point donné sur le second bord, et la seconde ligne de repère correspondante, le point de mesure du premier bord et celui du second bord étant placées sur la même ligne perpendiculaire à la direction de l'acheminement de la matière.

[0025] Le procédé de mesure de la qualité selon la quatrième aspect de l'invention est caractérisé en ce que le moyen de prise des images, concernant un quelconque des premier, second et troisième aspects de l'in-

vention, a une vitesse obturatrice VS et une luminance LX satisfaisant la formule représentée par:

$$VS \geq \{(VL \times 1000)/60\} \times \{1/(SL/Kv)\}$$

$$Kv \geq 10$$

$$LX = KL \times VS$$

dans laquelle

Kv: étendue dans laquelle la précision a été vérifiée (coefficient); et

KL: coefficient de conversion (Lx/Hz) allant de 5.0 à 7.0.

[0026] Le procédé de mesure de la qualité selon le cinquième aspect de l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend en plus, concernant un quelconque des premier, second, troisième et quatrième aspects de l'invention, une étape pour détecter des manques ou ébréchures de bord de la matière sur la base de la mesure obtenue.

[0027] Le procédé de mesure de la qualité selon la sixième aspect de l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend, concernant un quelconque du premier au cinquième aspects de l'invention, une étape pour détecter des défauts de surface de la matière sur la base de la valeur de la luminance des pixels dans les images prises.

[0028] Le procédé pour réduire le cambrage selon le septième aspect de l'invention concerne la méthode pour supprimer la formation du cambrage en réglant, par commande à rétroaction "FB", des écarts des cylindres entre le côté opérateur et le côté entraînement, et est caractérisé en ce qu'il comprend une étape pour obtenir, par le procédé de mesure de la qualité de la matière selon un quelconque des premier au quatrième aspects de l'invention, l'ondulation latérale et le cambrage de la matière à l'entrée du laminoir du côté opérateur et du côté entraînement, une étape de calcul des valeurs pour corriger l'écart des cylindre du côté opérateur et du côté entraînement, effectué sur la base de l'ondulation latérale et du cambrage, et une étape d'ajout de ces valeurs pour corriger l'écart de cylindres aux valeurs de l'écart de consigne du côté opérateur et du côté entraînement des cylindres.

[0029] Le procédé de la réduction du cambrage selon le huitième aspect de l'invention concerne la méthode pour supprimer la formation du cambrage et de l'ondulation latérale de la matière par commande à rétroaction "FB" lors de l'ébarbage des ses bords latéraux, et caractérisé en ce qu'il comprend une étape pour obtenir, par le procédé de mesure de la qualité de la matière selon un quelconque des premier au quatrième aspects

de l'invention, l'ondulation latérale et le cambrage sur un bord ou sur deux bords de la matière, une étape pour calculer une marge à ébarber sur la base de l'ondulation latérale, du cambrage et d'une largeur de la matière visée, et une étape de calcul de la valeur de consigne pour la régulation de l'ondulation latérale sur la base de la marge à ébarber.

[0030] Le dispositif de mesure de la qualité selon le neuvième aspect de l'invention comprend un ou plusieurs moyen(s) de prise des images de la matière au cours de son acheminement à chaque intervalle donnée, si bien que l'ondulation latérale et le cambrage peuvent être calculés sur la base des plusieurs images prises par ce moyen, et ce dispositif de l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend un moyen de calcul de la distance du bord allant de chacun des points de mesure pris sur les bords latéraux de la matière apparus dans les images prises, jusqu'aux lignes de repère définies sur la longueur de la matière, un moyen de la détection de différence qui compare la distance du bord calculée par le moyen et celle calculée après que la matière a été acheminée d'une longueur prédéterminée, un moyen de calcul de l'ondulation latérale permettant de calculer celui-ci sur la base de la différence des distances du bord, et un moyen de calcul du cambrage permettant de calculer celui-ci sur la base de l'ondulation latérale obtenue par le moyen pré-cité.

[0031] Le dispositif de mesure de qualité selon le dixième aspect de l'invention concerne le neuvième aspect de l'invention, et comprend un moyen permettant de calculer la distance du bord allant de chacun des points de mesure choisis sur chaque bord latéral de la matière, jusqu'à une ligne de repère définie le long de chaque côté de la matière, et un moyen permettant de calculer la largeur de la matière sur la base de mesure comprise entre un point sur chaque bord et la ligne de repère correspondante, les points de mesure étant placés sur une ligne perpendiculaire à la direction de l'acheminement de la matière.

[0032] Le dispositif de mesure de la qualité selon le onzième aspect de l'invention concerne le neuvième ou dixième aspect de l'invention, et est caractérisé en ce qu'il comprend un moyen permettant de détecter des manques ou ébréchures occasionnées sur les bords latéraux de la matière sur la base de la distance du bord calculée par le moyen de calcul de la distance.

[0033] Le dispositif de mesure de la qualité selon le douzième aspect de l'invention concerne un quelconque des neuvième à l'onzième aspects de l'invention, et est caractérisé en ce qu'il comprend un moyen permettant de détecter des défauts de surface de la matière sur la base des valeurs de la luminance des pixels apparus dans les images prises.

[0034] Le dispositif de laminage selon le treizième aspect de l'invention concerne un dispositif de laminage permettant de régler l'écart des cylindres du côté opérateur et du côté entraînement par une commande à rétroaction "FB", et est caractérisé en ce qu'il comprend

le dispositif de mesure de la qualité de tôle selon le neuvième ou le dixième aspect de l'invention, un moyen pour intégrer l'ondulation latérale et le cambrage de la matière du côté opérateur et du côté entraînement à l'entrée des cylindres, obtenus par ce dispositif, un moyen de calcul des valeurs pour corriger l'écart des cylindres entre le côté opérateur et le côté entraînement, calculé sur la base de l'ondulation latérale et du cambrage obtenus, et un moyen d'ajouter ces valeurs pour corriger l'écart des cylindres, à la valeur de l'écart de cylindres de consigne pour le côté opérateur et pour le côté entraînement.

[0035] Le dispositif d'ébarbage selon le quatorzième aspect de l'invention concerne le dispositif permettant de régler l'ondulation latérale de la matière par commande à rétroaction "FB" et d'ébarber les deux bords latéraux de la matière, et est caractérisé en ce qu'il comprend le dispositif de mesure de la qualité de matière selon le neuvième ou le dixième aspect de l'invention, un moyen pour incorporer l'ondulation latérale et le cambrage de la matière sur un bord latéral ou sur les deux bords latéraux, obtenus par ce dispositif supra, dans le système de réglage, un moyen pour calculer les marges à ébarber sur la base de l'ondulation latérale, du cambrage, ainsi que de la largeur de tôle visée, et un moyen pour calculer la valeur de consigne "EPC" pour régler la position de bord, sur la base des marges à ébarber.

[0036] Selon le premier et le neuvième aspects de l'invention, la matière sous forme d'une bande au cours de l'acheminement est filmée par un moyen de prise des images à intervalle donnée, et on calcule la distance du bord allant de chacun des points positionnés sur chaque bord latéral de la matière et apparus dans les images obtenues, jusqu'à la ligne de repère correspondante, définie le long de chaque bord de la matière. Ensuite, la distance du bord concernant les points de mesure dans les images prises en amont, puis celle en aval, sont comparées, et la différence en distance entre ces deux phases (amont, aval) est ainsi détectée. L'ondulation latérale de la matière est calculée sur la base de cette différence, puis le cambrage de la tôle est calculé sur la base de cette ondulation latérale calculée.

[0037] En utilisant les images prises par le moyen de prise d'images, le cambrage et l'ondulation latérale de la matière sont calculés simultanément avec une haute précision, pendant que la matière est transportée. La qualité de la matière peut donc être évaluée en temps réduit. Le dispositif de mesure de la qualité selon l'invention n'a donc plus besoin d'être équipé de plusieurs capteurs pour détecter la position des bords. L'espace pour leur installation peut ainsi être réduit.

[0038] Selon le second aspect de l'invention, l'ondulation latérale et le cambrage peuvent être calculés de façon simple.

[0039] Selon le troisième et le dixième aspects de l'invention, la largeur de la matière peut être mesurée sur la longueur entière de la matière au cours de son acheminement.

[0040] De surcroît, il n'est pas nécessaire d'installer un capteur spécialisé pour calculer, respectivement, la largeur, l'ondulation latérale et le cambrage, afin de détecter la position des bords. Il suffit donc de prévoir un espace réduit pour son installation.

[0041] Selon le quatrième aspect de l'invention, il est confirmé que l'ondulation latérale, le cambrage et la largeur peuvent être mesurés avec une haute précision.

[0042] Selon le cinquième et l'onzième aspects de l'invention, on calcule la distance du bord allant de chacun des points choisis sur chaque bord latéral de la matière, apparus dans les images prises, jusqu'à la ligne de repère correspondante définie sur la longueur de chaque bord la matière, puis, sur la base cette distance calculée, on peut détecter des manques en bords latéraux de la matière.

[0043] Selon le sixième et douzième aspects de l'invention, les défauts de surface de la matière sont de surcroît détectés sur la base de la valeur de la luminance des pixels contenus dans les images prises. Il est donc maintenant possible non seulement de calculer la largeur, l'ondulation latérale et le cambrage de la matière, mais aussi de détecter des défauts de surface et des manques sur les bords latéraux de la matière. Ces données sont entrées dans une banque de données et gérées, permettant ainsi de garantir la qualité de la matière et d'améliorer sa configuration pendant les étapes de production.

[0044] Selon le septième et le treizième aspects de l'invention, la valeur de l'écart des cylindres de consigne du dispositif de laminage, fixée pour le côté opérateur et pour le côté entraînement, est réglée par commande à action directe "FF", sur la base des mesures réelles de l'ondulation latérale et du cambrage. Par conséquent, le cambrage de la matière est efficacement supprimé, ainsi que les défauts sur sa qualité.

[0045] Selon le huitième et le quatorzième aspects de l'invention, les marges à ébarber sont définies sur la base des mesures réelles de l'ondulation latérale et du cambrage. Puis, se basant sur ces marges à ébarber, est modifiée la valeur "EPC" de consigne pour régler la position des bords, afin de régler l'ondulation latérale. On effectue ensuite l'ébarbage. Le cambrage est ainsi efficacement réduit, et les défauts de qualité de la matière peuvent être supprimés.

Description sommaire des dessins

[0046] La figure 1 est une diagramme d'installation schématique, montrant les constituants d'un dispositif de mesure de qualité pour une matière sous forme de bande, selon la présente invention.

[0047] La figure 2 est une vue schématique en plan, illustrant la disposition des vidéo caméras installées dans le dispositif de mesure de qualité pour la matière sous forme de bande selon la présente invention.

[0048] La figure 3 est une diagramme schématisant les étapes d'un processus, illustrant l'ordre de l'opéra-

tion dans un dispositif d'opération.

[0049] La figure 4 est un graphe montrant la distance allant d'un bord latéral d'une tôle d'acier jusqu'à une ligne de repère définie sur la longueur de la tôle d'acier.

[0050] La figure 5 est un autre graphe montrant la distance allant d'un bord latéral d'une tôle jusqu'à une ligne de repère définie sur la longueur de la tôle.

[0051] La figure 6 est un graphe montrant un décalage de la distance produite entre un point de mesure donné sur un bord de la tôle et la ligne de repère, lorsque la tôle a été acheminée obliquement.

[0052] La figure 7 est les graphes illustrant l'opération pour calculer la largeur de la tôle.

[0053] La figure 8 est une vue schématique en plan d'un dispositif de laminage.

[0054] La figure 9 est une diagramme schématisant les étapes d'un processus, montrant l'ordre de l'opération pour un dispositif de régulation des écarts.

[0055] La figure 10 est une vue schématique en plan d'un dispositif d'ébarbage.

[0056] La figure 11 est une diagramme schématisant les étapes d'un processus montrant l'ordre de l'opération pour un dispositif de régulation de l'ondulation latérale.

[0057] La figure 12 est un graphe montrant la comparaison des résultats de mesure du cambrage d'une tôle, lorsque le cambrage est calculé à partir des mesures obtenues par un dispositif de mesure de la qualité selon l'invention et lorsqu'il est mesuré hors ligne par un dispositif de mesure tridimensionnelle.

[0058] La figure 13 est un graphe montrant les résultats de mesure du cambrage, obtenus par un dispositif de mesure de la qualité selon l'invention, mesures étant effectuées trois fois sur les mêmes longueurs (31 m) d'une tôle mince laminée à froid à une vitesse de passe de 12 m/mn.

[0059] La figure 14 est une diagramme d'installation schématique montrant les constituants d'un dispositif pour obtention des informations sur les mesures effectuées sur la qualité d'une tôle, connu dans l'art antérieur.

Description des exemples préférés de l'invention

[0060] Les exemples de la réalisation de la présente invention sont décrits ci-après en se référant aux dessins.

[0061] La figure 1 est une diagramme d'installation schématique, montrant les constituants d'un dispositif de mesure de qualité pour une matière sous forme d'une bande (tôle ci-après), selon la présente invention. Dans cette figure, la tôle 1 est acheminée par un rouleau 2 à une vitesse donnée dans la direction de la longueur de la tôle, Le rouleau 2 est relié à un encodeur à impulsions 7, qui alimente en signaux d'impulsion un dispositif d'opération 5, sur la base du nombre des impulsions correspondant à la distance sur laquelle la tôle est transportée.

[0062] Deux vidéo caméras 3a, 3b contenant respec-

tivement un dispositif à couplage de charge (Charge Coupled Device, ou CCD) sont installés de façon à pouvoir filmer les deux bords latéraux de la tôle. Les deux vidéo caméras 3a, 3b prennent des images des bords latéraux de la tôle 1 de façon continue, et les images prises alimentent un dispositif d'opération 5 via un circuit d'entrée des images 4. Le dispositif d'opération 5 mémorise ainsi les images prises et entrées par les vidéo caméras 3a, 3b dans une unité de mémoire 6.

[0063] Lorsque la tôle 1 est longue, le volume des données stockées dans l'unité de mémoire 6 devient extrêmement important. Les deux vidéo caméras 3a, 3b peuvent être mises en marche d'une façon intermittente, par exemple, environ tous les 10 mm jusqu'à 15 mm, au lieu d'une façon continue.

[0064] Le dispositif d'opération 5 utilise une pluralité d'images mémorisées dans l'unité de mémoire 6, et calcule la largeur, l'ondulation latérale et le cambrage de la tôle 1, et détecte des défauts de surface et les manques des bords de la tôle, suivant l'ordre d'opération mentionné ci-après.

[0065] Pour assurer la précision des mesures, les conditions suivantes sont respectées:

$$VS \geq \{ (VL \times 1000) / 60 \} \times \{ 1 / (SL / Kv) \}$$

$$Kv \geq 10$$

dans laquelle;

VS: vitesse obturatrice (Hz) des vidéo caméras 3a, 3b;

VL: vitesse maximale de l'acheminement (m/mn) de la tôle 1;

SL: intervalle de mesure (mm) choisi pour obtenir les données sur la position, dans l'information prélevée d'une mesure; et

Kv: étendue dans laquelle la précision a été vérifiée (coefficient)

[0066] La luminance LX (Lx) des vidéo caméras 3a, 3b est calculée à partir de la vitesse obturatrice VS selon la formule:

$$LX = KL \times VS$$

dans laquelle, KL: coefficient de conversion (Lx/Hz).

[0067] Le coefficient de conversion est de préférence compris entre 5.0 et 7.0, et est avantageusement fixé à 6.0.

[0068] La figure 2 est une vue schématique en plan, illustrant la disposition des vidéo caméras 3a, 3b installées dans le dispositif de mesure de qualité pour une matière sous forme d'une bande (tôle ci-après) selon la présente invention. Dans cette figure, les références

30a, 30b montrent respectivement les étendues dans lesquelles les images sont prises par les vidéo caméras 3a, 3b. Ces étendues 30a et 30b contiennent respectivement les bords latéraux E1 et E2.

[0069] Il faut bien définir le premier bord latéral E1 et le second bord latéral E2 de la tôle 1 par rapport aux environnements entourant ces bords, afin d'obtenir les données sur la position des bords latéraux E1, E2 d'une manière précise et stable. Pour ce faire, les environnements suivants sont créés.

(1) une source lumineuse (non représentée dans les figures) est installée au-dessus de la zone centrale de la tôle 1, qui crée une luminance homogène autour des étendues 30a et 30b;

(2) le niveau de la tôle 1 et celui des environnements sont différenciés d'environ 0 à 100 mm;

(3) la couleur des environnements est choisie, de telle sorte que la couleur de la tôle et celle des environnements soient en meilleur contraste, et que la luminance des pixels de la tôle 1 dans les images prises soit plus élevée que celle des environnements. Par exemple, pour une tôle laminée à froid, les environnements sont colorés en noir.

[0070] De plus, la résolution de mesures peut être améliorée, en établissant les seuils sur le niveau de fonçage de la couleur, et en calculant les valeurs de mesure à partir du degré d'inclinaison des niveaux de fonçage aux alentours de ces seuils.

[0071] Le dispositif de mesure de qualité de la tôle selon l'invention fonctionne comme suit.

[0072] La figure 3 est un diagramme schématisant les étapes d'un processus, illustrant l'ordre de l'opération dans un dispositif d'opération 5, et la figure 4 est un graphe montrant les distances La₁ à La₄, respectivement allant d'un des bords latéraux E1 de la tôle 1 jusqu'à une des lignes de repère 8 définies le long de la tôle 1.

[0073] Dans la figure 4, la référence II indique une image prise par une vidéo caméra 3a. Les références Pa₁ à Pa₄ indiquent quatre points de mesure prise à chaque intervalle L donnée sur le bord latéral E1 de la tôle 1. La référence 8 indique une ligne de repère définie le long de la tôle 1. Les distances à partir du point Pa₁ jusqu'aux points Pa₂, Pa₃ et Pa₄ le long de la tôle 1 sont définies, respectivement, comme L₂, L₃ et L₄.

[0074] La ligne de repère 8 peut être définie sur une position arbitraire, si elle est comprise dans l'étendue de l'image prise 30a.

[0075] La flèche dans la figure 4 indique la direction de balayage. Dans le dispositif de mesure de qualité selon l'invention, la tôle 1 est balayée seulement sur les tracés comprenant les points de mesure Pa₁ à Pa₄, si bien que le temps pour obtenir les données sur position est réduit,

[0076] En plus des tracés comprenant les points de mesure Pa₁ à Pa₄, les périphéries de ces tracés peuvent

être aussi balayées. Dans ce cas-là, on peut améliorer la précision sur le calcul de la position du bord E1, en s'appuyant sur les résultats de ces balayages.

[0077] Le dispositif d'opération 5 extrait, de l'unité de mémoire 6, l'image prise par le vidéo caméra 3a. Le bord latéral E1 de la tôle 1 apparu dans cette image extraite peut être détecté par un moyen connu.

[0078] Ensuite, i est amené à zéro dans l'étape S 101 de la figure 3 (i indique le nombre des points de mesure pour le cambrage).

[0079] Les points de mesure Pa_1 à Pa_n ($n = 4$ dans le cas présent) sur le bord latéral E1 sont ainsi détectés, et les distances La_1 à La_n entre chaque point de mesure et la ligne de repère 8 sont calculées (étape S 102).

[0080] Ensuite, le réglage initial (étape S 103) est effectué selon la formule suivante:

$$C_{1\sim n} = La_{1\sim n}$$

dans laquelle:

n: nombre des points de mesure dans une image prise;

$C_{1\sim n}$: cambrage à chaque point de mesure.

[0081] Ensuite, sur la base des signaux d'impulsion entrés par l'encodeur à impulsions 7, le dispositif d'opération 5 évalue si la tôle 1 est acheminée par une distance L_{n-1} ($L_3 = 2L$ dans le cas présent) ou non (étape S 104).

[0082] Si la tôle est acheminée par distance L_{n-1} dans l'étape S 104, l'opération passe à l'étape S 105 suivante.

[0083] Si la tôle n'est pas acheminée par distance L_{n-1} dans l'étape S 104, l'opération sera répétée jusqu'à ce que la tôle soit déplacée par distance L_{n-1} .

[0084] Après que l'image I1 a été prise, la vidéo caméra 3a prend une image 12 suivante. Le dispositif d'opération 5 exploite cette image subséquente, et calcule les distances $Lb_1 \sim Lb_n$ ($n = 4$ dans le cas présent) allant du bord latéral E1 jusqu'à la ligne de repère 8 (étape S 105).

[0085] Comme il a été dit supra, la figure 5 montre les distances Lb_1 à Lb_4 allant du bord latéral E1 de la tôle 1 jusqu'à la ligne de repère.

[0086] Dans cette figure, la référence 12 indique une image prise par la vidéo caméra 3a. Cette image I2 a donc été prise après l'image I1.

[0087] La référence Pb_1 indique un point de mesure, lorsque le point de mesure Pa_3 a été déplacé d'une distance L_3 , suite à l'acheminement de la tôle 1. De même, la référence Pb_2 montre un point de mesure lorsque le point de mesure Pa_4 a été déplacé d'une distance L_3 .

[0088] Le dispositif d'opération 5 calcule les distances Lb_1 à Lb_4 , allant de chaque point de mesure Pb_1 à Pb_4 jusqu'à la ligne de repère 8 (étape S 105).

[0089] Ensuite, le dispositif d'opération 5 utilise les distances La_1 à La_4 calculées dans l'étape S 103, et les

distances Lb_1 à Lb_4 calculées dans l'étape S 105, et calcule le décalage, l'ondulation latérale et le cambrage de la tôle 1 (étapes S 106 à 108).

[0090] Les étapes S 106 à 108 se déroulent comme suit.

[0091] Le dispositif d'opération 5 calcule le décalage R de la tôle par la formule suivante (étape S 106):

$$R_{1\sim n} = L_{1\sim n} \times \{(C_{n-1} - C_n) - (Lb_1 - Lb_2)\} / L$$

dans laquelle

$R_{1\sim n}$: décalage de chaque point de mesure dû à l'acheminement oblique de la tôle;

$L_{1\sim n}$: longueur comprise entre le point de mesure placé le plus en aval et chaque autre point de mesure, la longueur étant mesurée le long de la tôle, et L_1 étant défini comme zéro ($L_1 = 0$); et

L: cadence de mesure.

[0092] La figure 6 est un graphe montrant le décalage apporté à la distance entre un point de mesure quelconque pris sur le bord latéral E1 de la tôle 1 et la ligne de repère 8, dû à l'acheminement oblique de la tôle 1.

[0093] La figure 6 (a) montre la position du point de mesure Pb_1 , tandis que la figure 6 (b) montre la position des points de mesure Pa_3 et Pa_4 . Les figures 6 (c) et 6 (d) illustrent respectivement un état de l'acheminement de la tôle 1.

[0094] Comme il est montré dans la figure 6 (d), quand la tôle 1 est transportée en parallèle à la ligne centrale de l'acheminement, le point de mesure Pa_3 est transféré au point de mesure Pb_{11} . Par conséquent, le point de mesure Pb_{11} équivaut au point de mesure Pb_1 .

[0095] La figure 6 (c) montre le cas où la tôle 1 est transportée de façon non-parallèle à la ligne centrale. Dans un tel cas de l'acheminement oblique, le point de mesure Pa_3 est transféré au point de mesure Pb_{12} , et ce dernier équivaut donc au point de mesure Pb_1 . Par conséquent, la distance La_3 reliant Pa_3 et la ligne de repère 8 devient la distance Lb_1 reliant Pb_1 (Pb_{12} dans la figure 6) et la ligne de repère 8. Par rapport au cas où la tôle 1 est acheminée en parallèle, le décalage R peut être obtenu par soustraction de La_3 à partir de Lb_1 . Ce décalage R est donc défini par la distance déviée entre la ligne de repère 8 et le bord latéral E1, causée par l'acheminement oblique de la tôle 1. Cependant, l'ondulation latérale de la tôle, dans ce cas-là, est défini comme dépendant uniquement de l'acheminement oblique.

[0096] Dans les présents exemples, le dispositif d'opération 5 calcule le décalage R selon la formule supra.

[0097] Ensuite, le dispositif d'opération 5 utilise le décalage R obtenu dans l'étape S 106, et calcule l'ondulation latérale D de la tôle selon la formule qui suit (étape S 107):

$$D_{1\sim n} = Lb_1 - C_{n-1} - R_{1\sim n}$$

dans laquelle:

$D_{1\sim n}$: ondulation latérale pour chaque point de mesure.

[0098] Ensuite, le dispositif d'opération 5 utilise l'ondulation latérale D obtenu dans l'étape S 107, et calcule le cambrage C de la tôle selon la formule qui suit (étape S 108):

$$C_{i+n-1 \sim i+2(n-1)} = Lb_{1\sim n} - D_{1\sim n}$$

dans laquelle:

i: nombre de points de mesure pour le cambrage.

[0099] Dans le processus décrit ci-dessus, on utilise les images I1 et I2 enregistrées par la vidéo caméra 3a, et l'ondulation latérale D et le cambrage C de la tôle, respectivement obtenus dans l'étape S 107 et l'étape S 108, sont ceux concernant le bord latéral E1 de la tôle 1. L'ondulation latérale D et le cambrage C pour le bord latéral E2 de la tôle 1 sont obtenus selon le même processus, en utilisant 1e vidéo caméra 3b.

[0100] Ensuite, la formule $i = i + n - 2$ est entrée dans l'étape S 109 Puis, à l'étape S 110, le dispositif d'opération 5 évalue si les mesures sur l'ondulation latérale et le cambrage sont bien terminées ou non. Si elles sont terminées, le processus d'opération est aussi terminé.

[0101] Si les mesures ne sont pas encore terminées dans l'étape S 110, l'opération est renvoyée à l'étape S 104.

[0102] La largeur de la tôle 1 est calculée comme suit.

[0103] Le dispositif d'opération 5 extrait, de l'unité de mémoire 6, les images prises par chacune des vidéo caméras 3a et 3b.

[0104] La figure 7 est un graphe montrant comment la largeur de la tôle 1 est calculée. Dans ce graphe, la figure 7 (a) montre une image prise par la vidéo caméra 3b, tandis que la figure 7 (b) montre une image prise par la vidéo caméra 3a. Ces images sont prises en même temps par les vidéo caméras 3a, 3b.

[0105] Dans l'image I3 prise par la vidéo caméra 3b (figure 7 (a)), on observe un point de mesure Pc donné sur le bord latéral E2 de la tôle 1, et une mesure Lc allant de ce point de mesure Pc jusqu'à la ligne de repère 8.

[0106] De même, dans l'image I4 prise par la vidéo caméra 3a (figure 7 (b)), on observe un point de mesure Pd placé sur le bord latéral E1 de la tôle 1, et une mesure Ld allant de ce point de mesure Pd jusqu'à la ligne de repère 8. Les points de mesure Pc, Pd sont placés sur la même ligne, qui est perpendiculaire à la direction de l'acheminement de la tôle 1.

[0107] Le dispositif d'opération 5 calcule la largeur de

la tôle selon la formule suivante:

$$W = L - (Lc + Ld)$$

5

dans laquelle L indique l'espace compris entre la ligne de repère 8 (à côté du bord latéral E1 de la tôle) et la ligne de repère 8 (à côté du bord latéral E2 de la tôle).

10

[0108] Les défauts de surface et les manques des bords de la tôle 1 sont détectés comme suit.

15

[0109] Le dispositif d'opération 5 extrait, de l'unité de mémoire 6, l'image prise par la vidéo caméra 3a, et la luminance des pixels dans l'image extraite est convertie en système binaire. Or, les environnements pour la prise des images étant préparés comme décrits supra, la lu-

20

minance des pixels attribuée à la tôle 1 dans l'image est plus élevée que celle attribuée aux périphéries. Lorsqu'il y a des défauts de surface de tôle 1 tels que des criques, la lumière venant de la source lumineuse change sa ma-

25

nière de réflexion. Ainsi, la luminance des pixels représentant ces défauts de surface dans l'image prise est plus élevée que celle pour la tôle 1. Par conséquent, lorsqu'il n'y a pas de défaut de surface sur la tôle 1, l'image après mise en système binaire devient noire partout. Par contre, lorsqu'il y a des défauts de surface, seuls les pixels correspondant à ces défauts deviennent blancs. Le dispositif d'opération 5 détecte les pixels blancs, et ainsi saisit des défauts de surface.

30

[0110] Lorsque l'on détecte les manques du bord latéral E1 de la tôle 1, le bord latéral E1 apparu dans l'image est saisi en fonction $f(x)$, et le dispositif d'opération 5 effectue un calcul différentiel sur cette fonction $f(x)$. On évalue ensuite si les valeurs de la différentielle obtenues dépassent un seuil donné préalablement. Lorsqu'elles le dépassent, on estime qu'il y a des manques du bord E1.

35

[0111] Les défauts de surface et les manques du bord E2 sont aussi détectés sur l'image prise par la vidéo caméra 3b.

40

[0112] La largeur, l'ondulation latérale et le cambrage de la tôle 1 sont calculés selon le processus décrit supra, tandis que les défauts de surface et les manques des bords sont détectés comme décrits supra. Puis, la qualité de la tôle 1 est évaluée en répétant ces processus.

45

[0113] Après ces mesures, les données sur la largeur, l'ondulation latérale et le cambrage sont, de préférence, fournies tout de suite au dispositif de laminage et au dispositif d'ébarbage, afin d'effectuer une commande à action directe "FF". En ce qui concerne les défauts de surface et les manques des bords, leur rectification est difficile. Les informations concernées peuvent être utilisées, afin de mettre à l'écart des parties défectueuses et de rechercher des causes et de réaliser l'amélioration, mais le processus d'évaluation requiert un certain temps. Dans les présents exemples, on tient compte des caractéristiques de chaque information traitée et de la capacité de traitement. Ainsi, les mesures et traite-

55

ments de la largeur, de l'ondulation latérale et du cambrage sont conçus pour être effectués chaque fois que la tôle 1 est déplacée par 1/3 sur l'écran, tandis que ceux des défauts de surface et des manques des bords de la tôle 1 sont effectués à chaque déplacement d'un écran.

[0114] Le cambrage est réduit par le méthode suivante.

[0115] La figure 8 est une vue schématique en plan montrant un dispositif de laminage, qui contient un dispositif de mesure de qualité 11 selon l'invention. A l'entrée des cylindres de laminage 13, la tôle 1 côté opérateur donne l'étendue d'une image 30a, tandis que la tôle 1 côté entraînement donne l'étendue d'une image 30b. Sur la base des informations obtenues sur ces étendues d'une image, le dispositif de mesure de qualité 11 calcule le cambrage du côté opérateur Cpvwi et celui du côté entraînement Cpvdi, et les alimente à un dispositif de réglage d'écart 12. A partir des deux sortes de résultats sur le cambrage, le dispositif de réglage d'écart 12 calcule les écarts des cylindres visés pour le côté opérateur Wgap et pour le côté entraînement Dgap, et effectue une commande à rétroaction "FB".

[0116] La figure 9 est une diagramme schématisant les étapes d'un processus, montrant l'ordre de l'opération pour le dispositif de réglage d'écarts 12.

[0117] D'abord, le cambrage du côté opérateur Cpvwi et celui du côté entraînement Cpvdi sont entrés dans le système à l'étape S 201.

[0118] Ensuite, sur la base de ces cambrages Cpvwi et Cpvdi entrés, la valeur pour corriger l'écart des cylindres du côté opérateur Wdsv et celle du côté entraînement Ddsv sont calculées (étape S 202).

[0119] Ces dernières Wdsv et Ddsv sont respectivement ajoutées aux écarts de consigne des cylindres Wgap sv et Dgap sv, afin d'obtenir les écarts des cylindres visés Wgap et Dgap, respectivement pour le côté opérateur et pour le côté entraînement (étape S 203).

[0120] Ensuite, l'écart des cylindres mesuré côté opérateur Wgap fb et celui côté entraînement Dgap fb sont entrés dans le système à l'étape S 204. Sur la base de ces derniers Wgap fb et Dgap fb, l'écart des cylindres côté opérateur Wgap et celui côté entraînement Dgap sont réglés par commande à rétroaction "FB" (étape S 205).

[0121] Dans le dispositif de laminage de l'art antérieur, le cambrage a été déduit sur la base des variations en serrage du laminoir côté opérateur et côté entraînement, puis l'écart des cylindres visé côté opérateur Wgap et celui côté entraînement Dgap ont été calculés.

[0122] Selon le dispositif de laminage de l'invention, le cambrage mesuré côté opérateur Cpvwi et celui côté entraînement Cpvdi permettent de corriger l'écart des cylindres de consigne côté opérateur Wgap sv et celui côté entraînement Dgap sv, et ainsi d'obtenir l'écart visé côté opérateur Wgap et celui côté entraînement Dgap, si bien que la formation du cambrage est efficacement supprimée.

[0123] La figure 10 est une vue schématique en plan

du dispositif à ébarbage, qui contient un dispositif de mesure de qualité 11 selon l'invention.

[0124] Le dispositif d'ébarbage comprend des rouleaux de réglage de l'ondulation latérale 15 et une ébarbeuse des bords 16. Les rouleaux de réglage de l'ondulation latérale 15 peuvent être déplacés vers l'avant et vers l'arrière dans la direction de la tôle 1 pour régler l'ondulation latérale de la tôle 1. En même temps, l'ébarbeuse des bords 16 peut découper les bords latéraux de la tôle 1.

[0125] Le dispositif de mesure de qualité 11 obtient les informations à partir des étendues des images 30a, 30b à l'entrée des rouleaux à régler l'ondulation latérale 15. A partir de ces informations, le dispositif 11 calcule le cambrage mesuré côté opérateur Cpvwi et celui côté entraînement Cpvdi, et alimente les résultats de calcul au dispositif pour régler l'ondulation latérale 14. Sur la base de ces résultats de calcul, le dispositif pour régler l'ondulation latérale 14 calcule la valeur "EPC" de consigne pour les rouleaux réglant l'ondulation latérale 15, et effectue une commande à rétroaction "FB".

[0126] La figure 11 est un diagramme schématisant les étapes d'un processus montrant l'ordre de l'opération pour un dispositif de régulation de l'ondulation latérale.

[0127] Le cambrage mesuré côté opérateur Cpvwi et celui côté entraînement Cpvdi sont d'abord entrés dans le système à l'étape S 301.

[0128] Puis, sur la base de ces cambrages mesurés Cpvwi, Cpvdi qui sont entrés, les marges à ébarber de la tôle 1 sont calculées (étape S 302).

[0129] Sur la base de ces marges, la valeur "EPC" de consigne, EPC sv, est calculée (étape S 303).

[0130] La valeur "EPC" mesurée, EPC fb, est ensuite entrée dans le système à l'étape S 304.

[0131] Sur la base de la valeur "EPC" mesurée EPC fb reçue, le dispositif "EPC" est réglé par commande à rétroaction "FB" (étape S 305).

[0132] Dans le dispositif à ébarber connu, la valeur "EPC" de consigne EPC sv a été fixée. Par contre, le dispositif d'ébarbage selon l'invention règle l'ondulation latérale de la tôle 1, en modifiant la valeur "EPC" de consigne sur la base de la valeur mesurée du cambrage côté opérateur Cpvwi et de celui côté entraînement Cpvdi. La formation du cambrage peut ainsi être supprimée plus efficacement. De plus, l'état (déplacement) de l'ondulation latérale de la tôle 1 est saisi à la sortie de l'ébarbeuse, et, sur la base des informations sur cet état, le dispositif pour l'acheminement ("T/R", etc.) est réglé. De cette manière, l'acheminement et le bobinage de la tôle 1 peuvent être effectués comme on souhaite.

Exemples chiffrés

[0133] L'invention est maintenant présentée avec les chiffres réels.

[0134] Une tôle est soumise à une transformation au laser, afin d'obtenir un produit, dont un bord latéral est

formé avec une ondulation ayant une cadence de 100 mm et une amplitude de 1 mm. Le cambrage de cette tôle 1 a été ensuite calculé.

[0135] La figure 12 est un graphe montrant la comparaison des résultats de mesure du cambrage d'une tôle, lorsque le cambrage est calculé à partir des mesures obtenues par un dispositif de mesure de la qualité selon l'invention et lorsqu'il est mesuré hors ligne par un dispositif de mesure tridimensionnelle.

[0136] Dans la figure 12, la référence (a) indique les résultats calculés par le dispositif de mesure de qualité selon l'invention, tandis que la référence (b) indique ceux mesurés par le dispositif de mesure tridimensionnelle. La différence d'erreur entre les deux résultats est au maximum 0.01 mm.

[0137] La figure 13 est un graphe montrant les résultats de mesure du cambrage, obtenus par le dispositif de mesure de la qualité selon l'invention, mesures étant effectuées trois fois sur les mêmes longueurs (31 m) d'une tôle mince laminée à froid à une vitesse de passe de 12 m/mn. Par ailleurs, la tôle mince a été mise à plat, et une ficelle a été tendue en travers de la tôle. L'écart vertical entre la ficelle et la tôle a été ensuite mesuré par une jauge d'épaisseur (mesure sous ficelle). Dans la figure 13, les références (a), (b) et (c) indiquent respectivement le premier, le second et le troisième résultats de mesure. La référence (d) indique le résultat de mesure sous ficelle.

[0138] La figure 13 montre que, grâce au dispositif de mesure de qualité 11 selon l'invention, le cambrage peut être mesuré dans les limites de ± 0.5 mm avec une bonne reproductibilité.

[0139] Selon la méthode et dispositif de mesure de qualité de la tôle 1 de l'invention, celle-ci est soumise aux mesures de la largeur, de l'ondulation latérale et du cambrage, de même qu'à la détection des défauts de surface et des manques des bords, et, de surcroît, sur toute la longueur de la tôle 1 pendant son acheminement. En plus, ces mesures et détections sont effectuées en même temps et avec une haute précision. Pour cette raison, le dispositif de mesure de qualité de l'invention ne requiert pas d'être muni de plusieurs capteurs de détection des bords, comme dans le passé, et peut être installé dans une espace limitée.

[0140] De surcroît, selon la méthode de réduction de cambrage de la présente invention, les dispositifs de laminage et d'ébarbage sont soumis à une commande à action directe "FF", sur la base des informations obtenues sur la largeur, l'ondulation latérale et le cambrage de la tôle 1. La tôle ayant une forme très précise peut donc être produite.

[0141] Dans les exemples de l'invention, la tôle 1 est utilisée comme une matière sous forme de bande. Cependant, cette dernière n'est pas limitée à une tôle.

[0142] Aussi dans les exemples de l'invention, les points de mesure pour chaque image prise sont choisis pour un nombre de 4. Cependant, ce nombre n n'est pas limité à ce chiffre. Il suffit d'être au moins trois.

[0143] De même, quant au dispositif d'ébarbage selon la figure 10, la valeur "EPC" de consigne EPC sv de la tôle 1 est obtenue à partir de la valeur mesurée du cambrage côté opérateur et de celle côté entraînement. Mais, la valeur "EPC" de consigne EPC sv peut aussi être obtenue sur la base de la valeur mesurée du cambrage d'un seul côté. Néanmoins, il est préférable d'utiliser les valeurs mesurées des deux côtés, pour que cette valeur de consigne EPC sv soit plus fiable.

Applicabilité industrielle

[0144] Selon la méthode et le dispositif de mesure de qualité d'une matière sous forme d'une bande de la présente invention, la largeur, l'ondulation latérale et le cambrage de cette matière sont calculés, et les défauts de surface et les manques des bords sont détectés, sur la base des images prises au moyen de prise d'images pendant que cette matière est acheminée. Ces calculs et détections sont précis, et la qualité de cette matière peut être évaluée en un temps très court. De cette manière, le dispositif de mesure de qualité de l'invention n'a plus besoin d'être équipé de plusieurs capteurs pour la détection de la position des bords comme dans le passé. Le dispositif nécessite donc moins d'espace pour son installation.

[0145] Aussi, selon la méthode de réduction de cambrage de l'invention, les dispositifs de laminage et d'ébarbage de la matière sous forme d'une bande sont réglés par commande à action directe "FF", sur la base des informations obtenues sur la largeur, l'ondulation latérale et le cambrage pré-cités, si bien que la matière sous forme d'une bande obtient une configuration très précise. En plus, le dispositif de l'acheminement ("T/R", etc.) est réglé en fonction des informations sur l'état de l'ondulation latérale (déplacement) de la matière à la sortie de l'ébarbeuse, si bien que la matière peut être transportée et bobinée de façon convenable.

Revendications

1. Méthode de mesure de qualité d'une matière sous forme de bande, cette méthode comprenant un moyen de prise d'images, avec un intervalle donné, de ladite matière au cours d'acheminement, ledit moyen produisant plusieurs images prises qui permettent de calculer l'ondulation latérale et le cambrage de ladite matière, méthode **caractérisée en ce qu'elle comprend:**

une étape pour calculer la distance du bord pour chacun d'une pluralité de points de mesure pris sur un bord latéral de ladite matière qui est saisie dans une première desdites images, ladite distance du bord étant mesurée à partir d'une ligne de repère définie le long de ladite matière;

une étape pour détecter la différence entre ladite distance du bord pour chacun desdits points de mesure et la distance du bord correspondante mesurée après que ladite matière ait été acheminée par un trajet donné;
une étape pour calculer l'ondulation latérale de ladite matière sur la base de ladite différence; et
une étape pour calculer le cambrage de ladite matière sur la base de ladite ondulation latérale.

2. Méthode de mesure de qualité d'une matière sous forme de bande selon la revendication 1, comprenant:

une étape pour calculer le décalage desdits points de mesure selon la formule représentée par:

$$R_{1 \sim n} = L_{1 \sim n} \times \{(La_{n-1} - La_n) - (Lb_1 - Lb_2)\} / L$$

dans laquelle

n: nombre de points de mesure dans ladite première image prise;

$R_{1 \sim n}$: décalage de chaque point de mesure causé par l'acheminement oblique de ladite ;

$L_{1 \sim n}$: longueur comprise entre le point de mesure placé le plus en aval dans ladite première image et chacun des autres points de mesure, ladite longueur étant mesurée le long de la longueur de ladite matière et L_1 étant zéro;

L: cadence de mesure;

La_{n-1} : ladite distance du bord mesurée pour le (n-1)^{ème} point de mesure dans ladite première image;

La_n : ladite distance du bord mesurée pour le n^{ème} point de mesure dans ladite première image;

une étape pour calculer l'ondulation latérale sur la base de la formule représentée par:

$$D_{1 \sim n} = Lb_1 - La_{n-1} - R_{1 \sim n}$$

dans laquelle:

$D_{1 \sim n}$: ondulation latérale pour chaque point de mesure;

Lb_1 : ladite distance du bord pour le point de mesure placé le plus en aval dans une seconde image de ladite matière, ladite seconde image étant positionnée plus en aval de l'acheminement de ladite matière par rapport à ladite première image; et

une étape pour calculer le cambrage selon la formule représentée par:

$$C_{i+n-1 \sim i+2(n-1)} = Lb_{1 \sim n} - D_{1 \sim n}$$

dans laquelle:

i: nombre de points de mesure pour le cambrage, i étant zéro ou un nombre entier.

$Lb_{1 \sim n}$: ladite distance du bord pour chaque point de mesure dans ladite seconde image.

3. Méthode de mesure de qualité d'une matière sous forme de bande selon la revendication 1 or 2, dans laquelle ladite matière comprend deux bords latéraux et est interposé entre deux lignes de repère correspondantes, comprenant:

une étape pour calculer la distance du bord pour chaque point de mesure placé sur chacun desdits bords latéraux, ladite distance du bord étant mesurée à partir de la ligne de repère correspondante; et

une étape pour calculer la largeur de ladite matière selon la formule représentée par:

$$W = L - (Lc + Ld)$$

dans laquelle:

L: espace entre les deux lignes de repère qui s'étendent le long de chacun des bords latéraux correspondant de ladite matière;

Lc: mesure entre un point donné sur un premier bord et la première ligne de repère correspondante;

Ld: mesure entre un point donné sur le second bord, et la seconde ligne de repère correspondante, ledit point du premier bord et celui du second bord étant placées sur la même ligne perpendiculaire à la direction de l'acheminement de ladite matière.

4. Méthode de mesure de qualité d'une matière sous forme de bande selon une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle ledit moyen de prise des images a une vitesse obturatrice VS et une luminance LX satisfaisant la formule représentée par:

$$VS \geq \{(VL \times 1000)/60\} \times \{1/(SL/Kv)\}$$

$$Kv \geq 10$$

$$LX = KL \times VS$$

dans laquelle

Kv: étendue dans laquelle la précision a été vérifiée (coefficient); et

KL: coefficient de conversion (Lx/Hz) allant de 5.0 à 7.0.

5. Méthode de mesure de qualité d'une matière sous forme de bande selon une quelconque des revendications 1 à 4, comprenant une étape pour détecter des manques de marge des bords latéraux de ladite matière, sur la base de ladite mesure. 5
6. Méthode de mesure de qualité d'une matière sous forme d'une bande selon une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant une étape pour détecter des défauts de surface de ladite matière, sur la base de la luminance des pixels apparus dans lesdites images prises. 10
7. Méthode de réduction de cambrage d'une matière sous forme de bande, consistant à régler l'écart des cylindres côté opérateur et côté entraînement par commande à rétroaction "FB", lorsque ladite matière est laminée, **caractérisée en ce qu'elle** comprend: 15
 - une étape pour obtenir l'ondulation latérale et le cambrage de ladite matière côté opérateur et côté entraînement, à l'entrée des cylindres, d'après la méthode de mesure de qualité de ladite matière selon une quelconque des revendications 1 à 4; 20
 - une étape pour calculer une valeur pour corriger ledit écart des cylindres du côté opérateur et du côté entraînement, sur la base de ladite ondulation latérale et dudit cambrage; et 25
 - une étape pour ajouter ladite valeur pour corriger ledit écart des cylindres du côté opérateur et du côté entraînement, à un écart des cylindres de consigne prévu pour les côtés correspondants. 30
8. Méthode de réduction de cambrage d'une matière sous forme de bande, consistant à régler l'ondulation latérale par commande à rétroaction "FB", lorsque les deux bords latéraux de ladite matière sont ébarbés, **caractérisée en ce qu'elle** comprend: 35
 - une étape pour obtenir l'ondulation latérale et le cambrage d'un bord latéral ou deux bords latéraux de ladite matière, d'après la méthode de mesure de qualité de ladite matière selon une quelconque des revendications 1 à 4; 40
 - une étape pour calculer une marge à ébarber 45

sur la base de ladite ondulation latérale, dudit cambrage et d'une largeur de ladite matière visée; et

une étape pour calculer une valeur de consigne pour régler l'ondulation latérale sur la base de ladite marge à ébarber.

9. Dispositif pour la mesure de qualité d'une matière sous forme de bande comprenant un ou plusieurs moyens pour prendre des images, par une intervalle donnée, de ladite matière au cours de son acheminement, lesdites images prises permettant de calculer l'ondulation latérale et le cambrage de ladite matière, ledit dispositif comprenant;

un moyen pour calculer la distance du bord pour chacun des points de mesure pris sur un bord latéral de ladite matière qui est saisie dans une première desdites images, ladite distance du bord étant mesurée à partir d'une ligne de repère définie le long de ladite matière;

un moyen pour détecter la différence entre ladite distance du bord pour chacun desdits points de mesure et la distance du bord correspondante mesurée après que ladite matière ait été acheminé par un trajet donné;

un moyen pour calculer l'ondulation latérale de ladite matière sur la base de ladite différence; et une étape pour calculer le cambrage de ladite matière sur la base de ladite ondulation latérale,

10. Dispositif pour la mesure de qualité d'une matière sous forme de bande selon la revendication 9, dans lequel ladite matière comprend deux bords latéraux et est interposé entre deux lignes de repère correspondantes, et ledit dispositif comprend:

un moyen pour calculer la distance du bord pour chaque point de mesure placé sur chacun desdits bords latéraux, ladite distance du bord étant mesurée à partir de la ligne de repère correspondante; et

un moyen pour calculer la largeur de ladite matière, sur la base d'une mesure entre chacun des deux points et la ligne de repère correspondante, lesdits deux points de mesure étant opposés sur les deux bords latéraux et placés sur la ligne perpendiculaire à la direction de l'acheminement de ladite matière.

11. , Dispositif pour la mesure de qualité d'une matière sous forme de bande selon la revendication 9 ou 10, dans lequel ledit dispositif comprend en plus un moyen pour détecter les manques du bord de ladite matière, sur la base de ladite distance du bord

12. Dispositif pour la mesure de qualité d'une matière

sous forme de bande selon une quelconque des revendications 9 à 11, dans lequel ledit dispositif comprend en plus un moyen pour détecter des défauts de surface de ladite matière, sur la base d'une luminance des pixels apparus dans lesdites images. 5

13. Dispositif de laminage dans lequel l'écart des cylindres côté opérateur et celui côté entraînement peuvent être réglés par commande à rétroaction "FB", ledit dispositif **caractérisé en ce qu'il** comprend: 10

un dispositif pour la mesure de qualité d'une matière sous forme d'une bande selon la revendication 9 ou 10; 15
 un moyen pour incorporer ladite ondulation latérale et ledit cambrage de ladite matière côté opérateur et côté entraînement à l'entrée des cylindres, obtenus par ledit dispositif pour la mesure de qualité; 20
 un moyen pour calculer une valeur pour corriger l'écart des cylindres côté opérateur et celui côté entraînement sur la base de ladite ondulation latérale et dudit cambrage; et 25
 un moyen pour ajouter ladite valeur pour corriger l'écart des cylindres côté opérateur et celui côté entraînement à l'écart des cylindres de consigne correspondant.

14. Dispositif à ébarber une matière sous forme de bande, dans lequel l'ondulation latérale de ladite matière est réglé par commande à rétroaction "FB" et les deux bords de ladite matière sont ébarbés, ledit dispositif **caractérisé en ce qu'il** comprend: 30

un dispositif pour la mesure de qualité de ladite matière selon la revendication 9 ou 10; 35
 un moyen pour incorporer l'ondulation latérale et le cambrage d'un bord ou deux bords de ladite matière obtenus par ledit dispositif pour la mesure de qualité; 40
 un moyen pour calculer la marge à ébarber sur la base de ladite ondulation latérale, dudit cambrage et une largeur de ladite matière visée; et
 un moyen pour calculer la valeur de consigne pour régler la position des bords en fonction de ladite marge à ébarber. 45

50

55

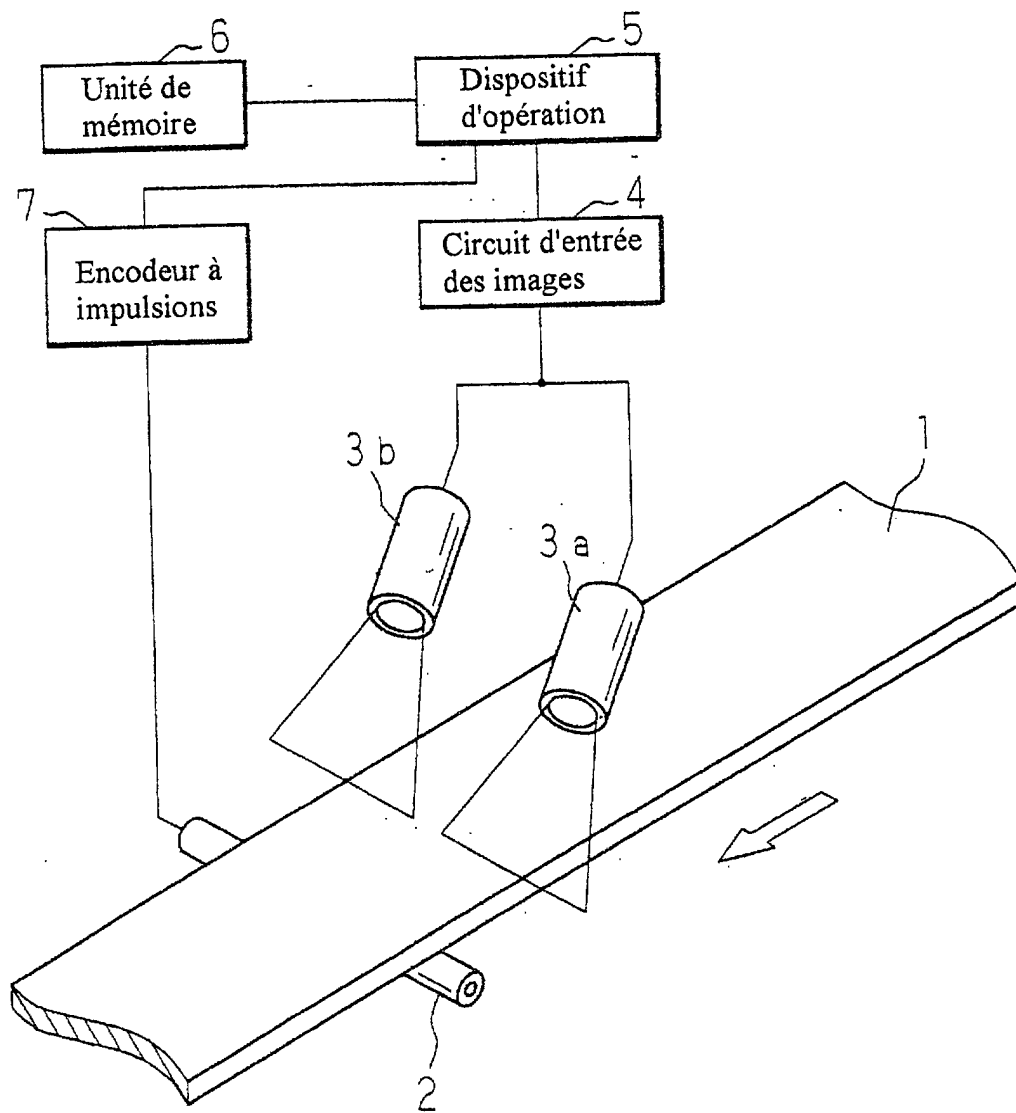


FIG.1

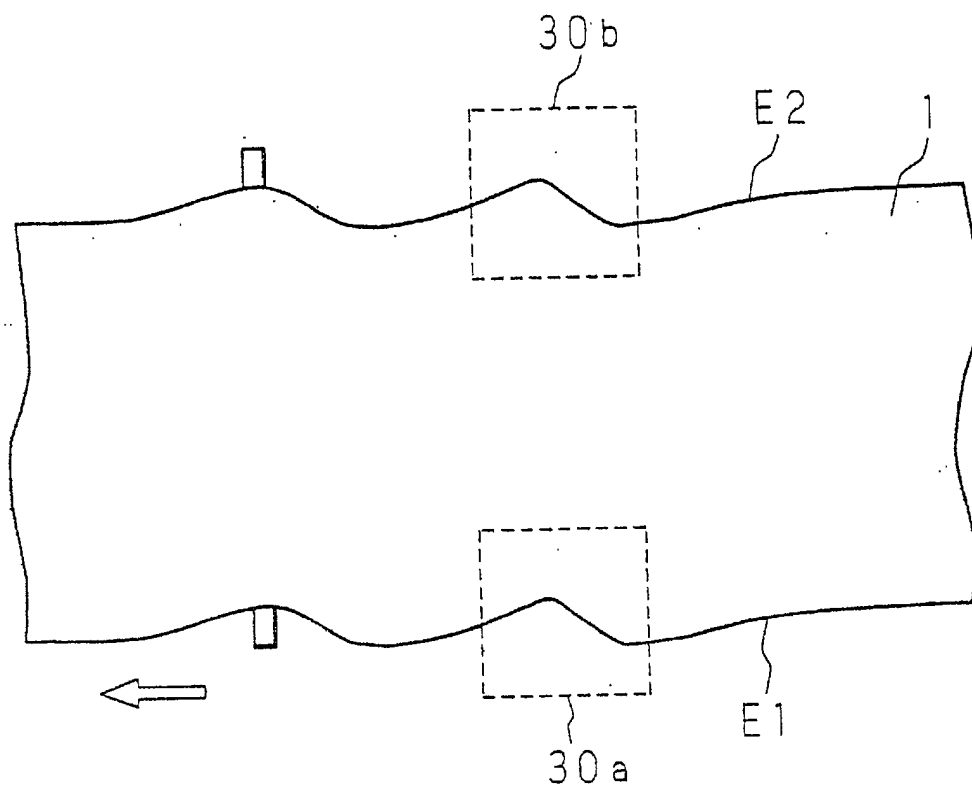


FIG.2

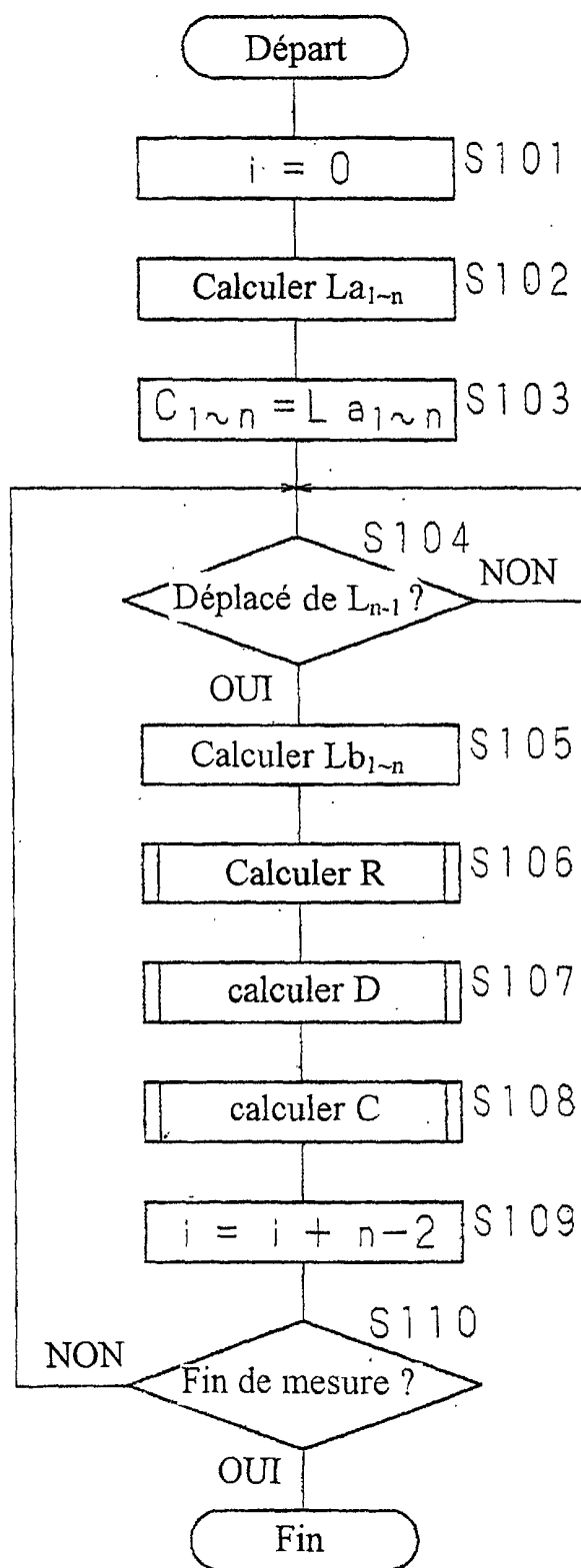


FIG.3

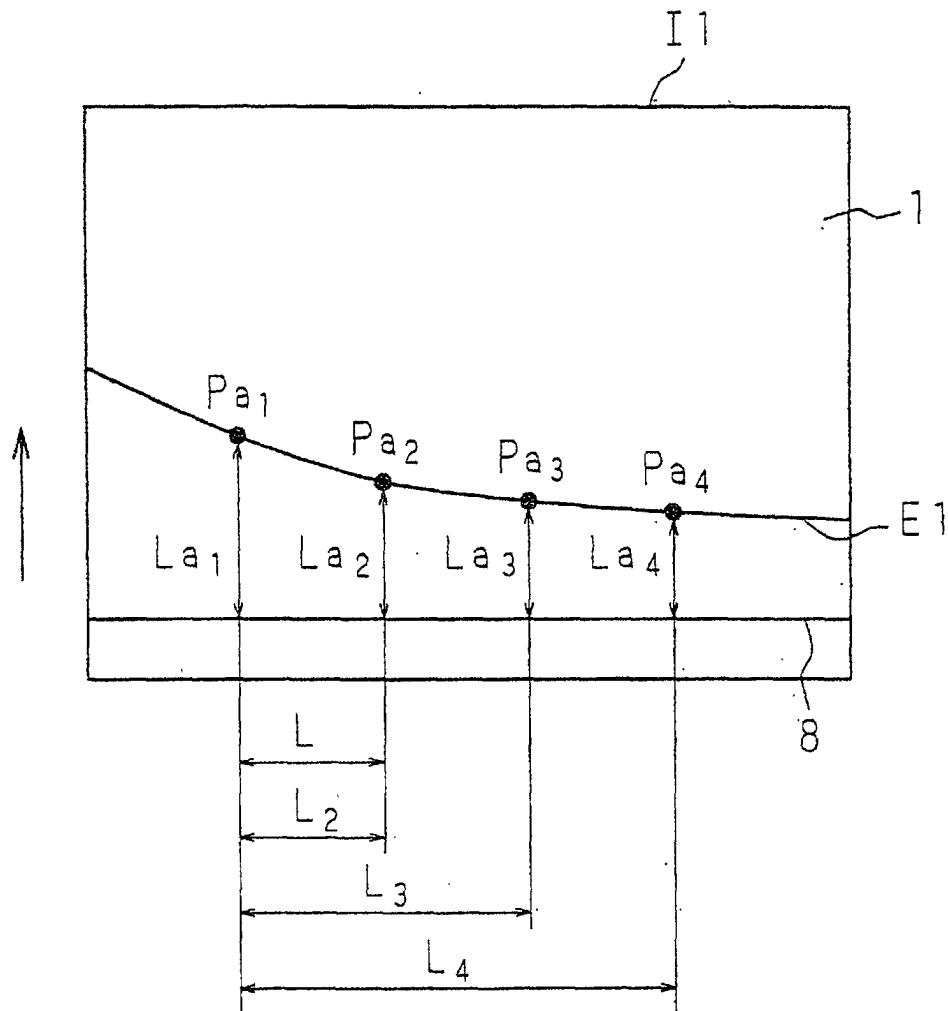


FIG.4

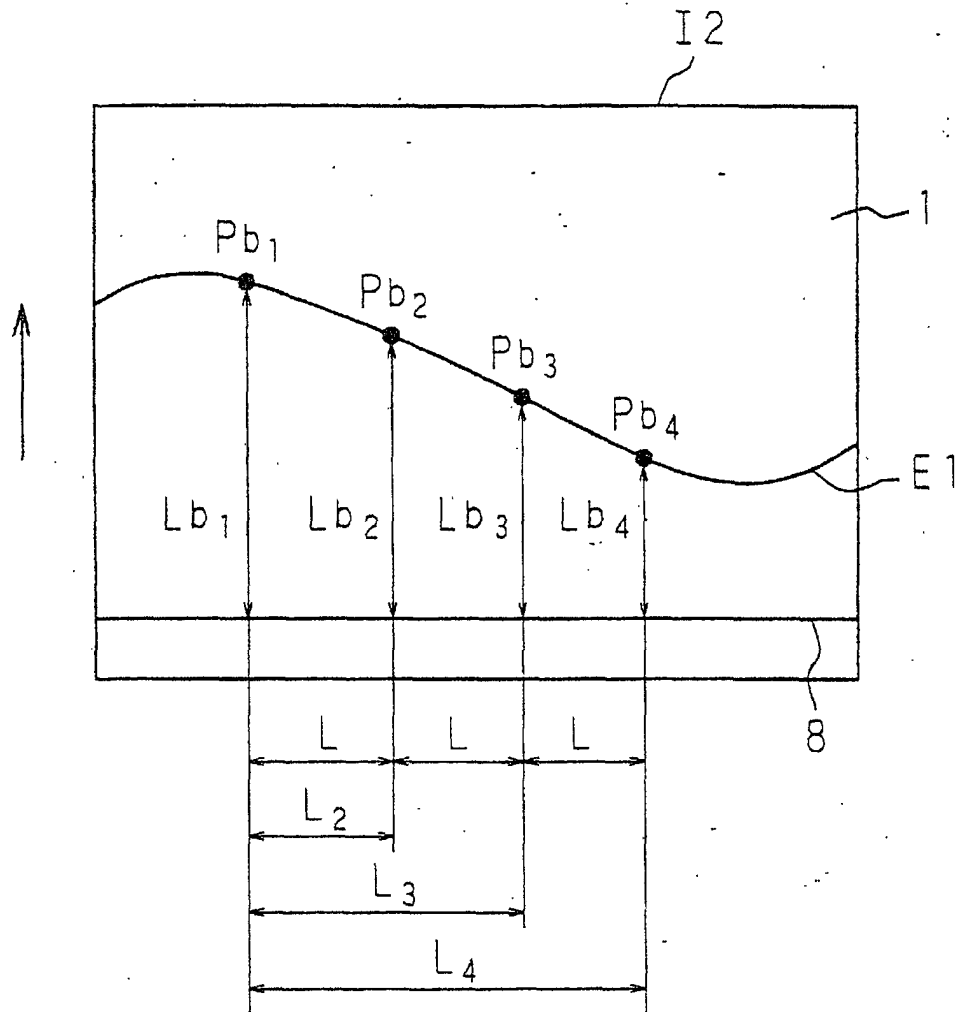
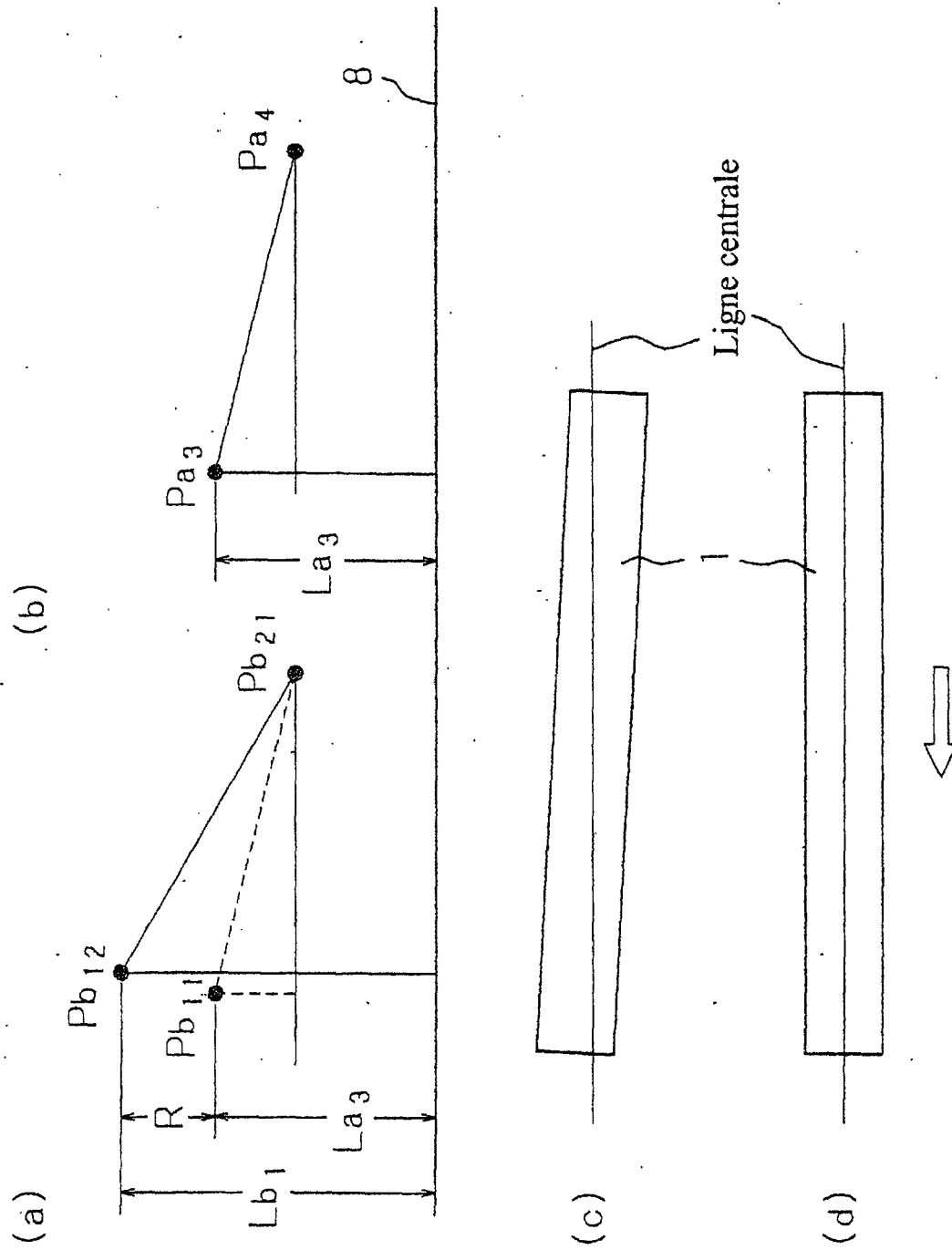


FIG.5

FIG.6



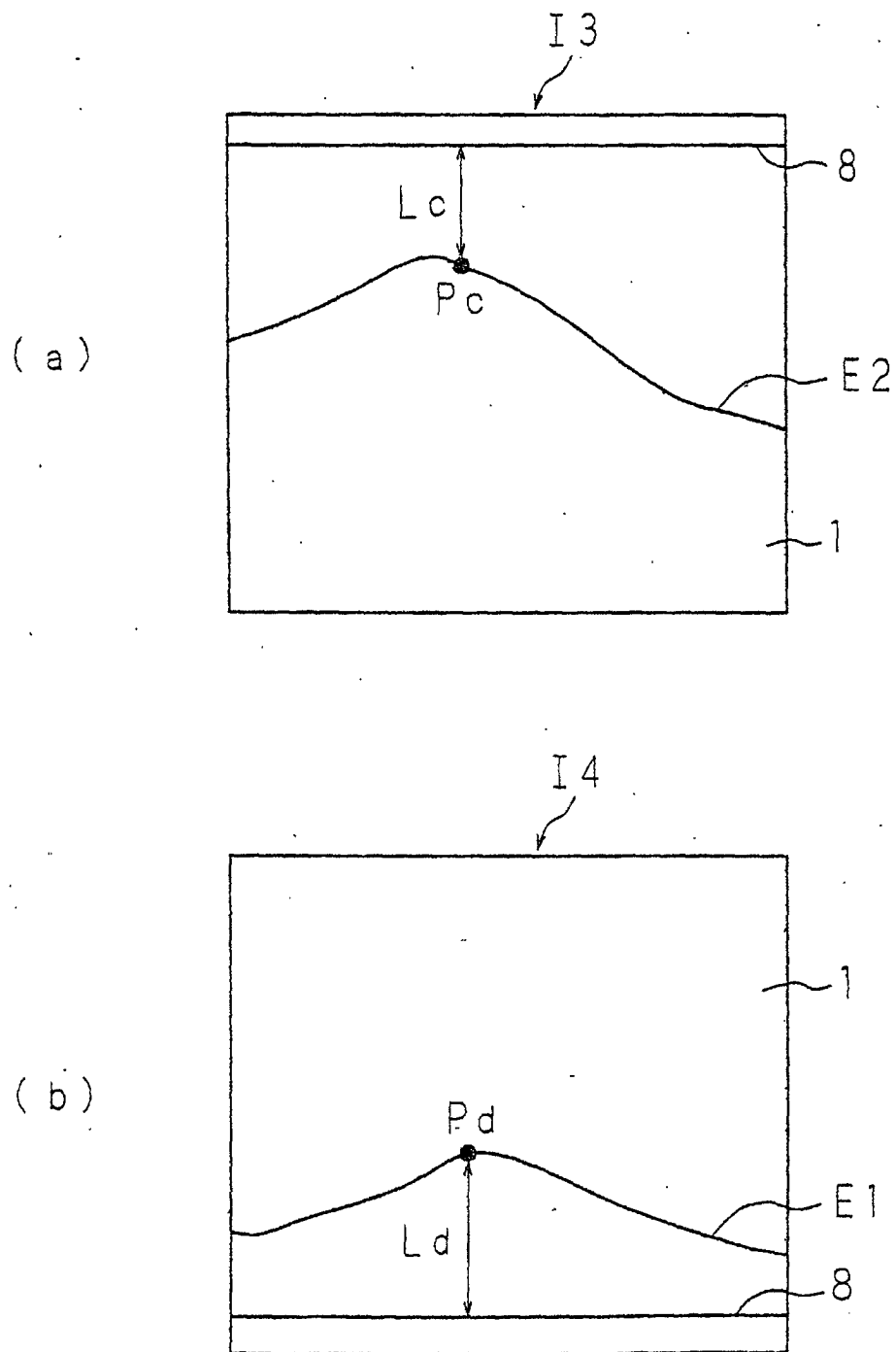


FIG.7

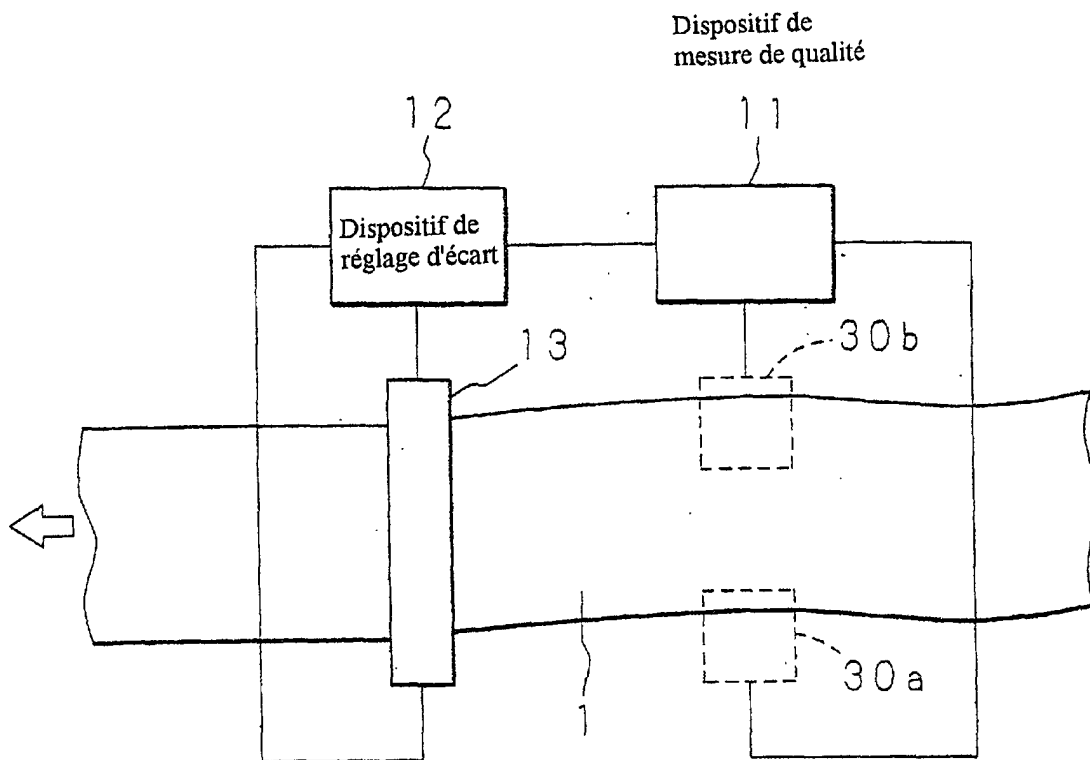
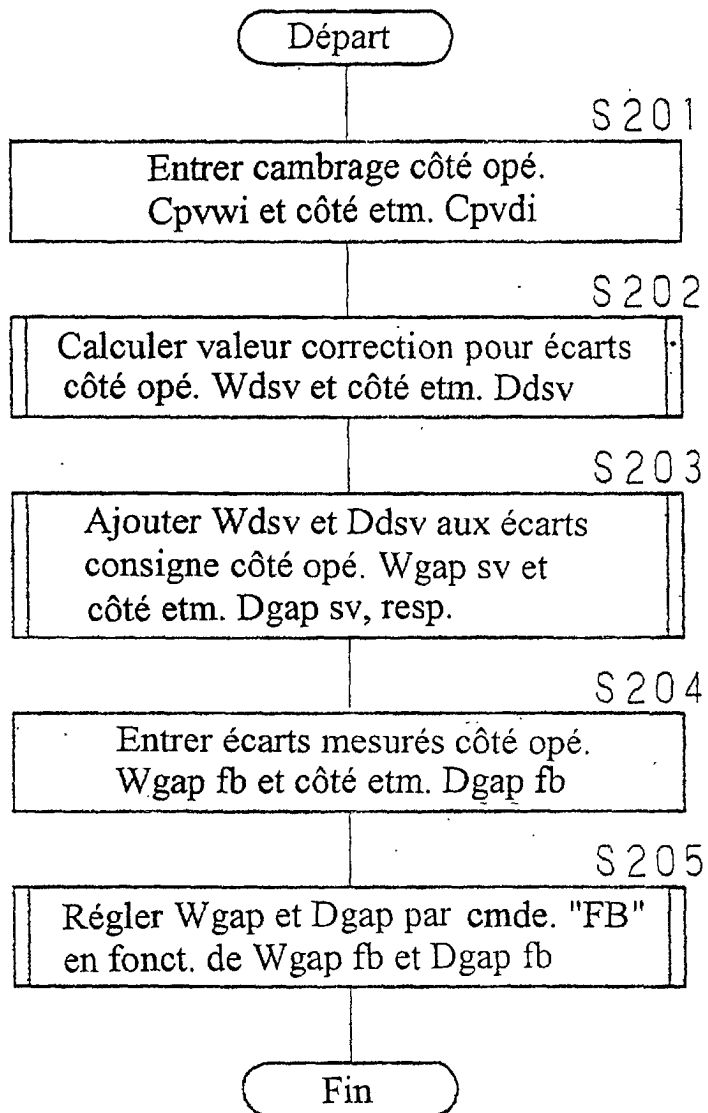


FIG.8



opé = opérateur
 etm = entraînement
 cmde. "FB" = commande à rétroaction

FIG.9

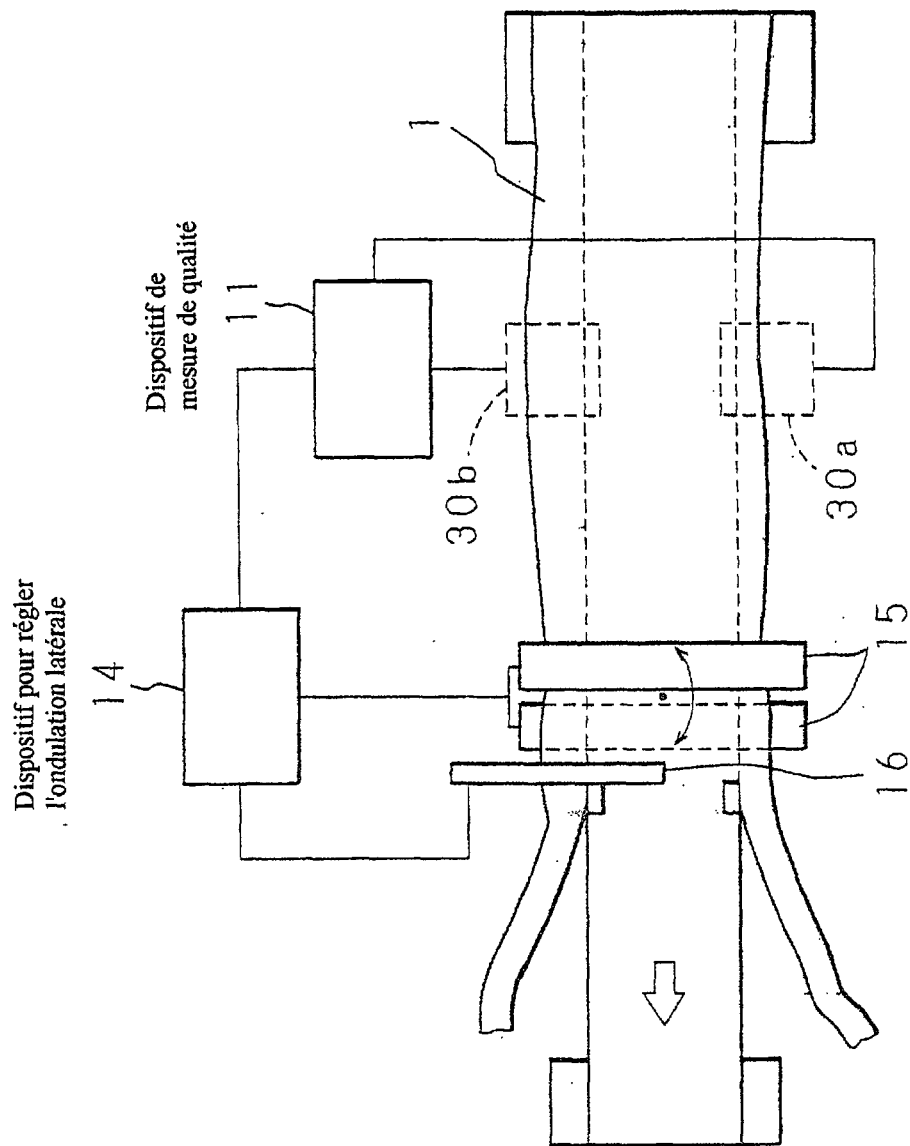
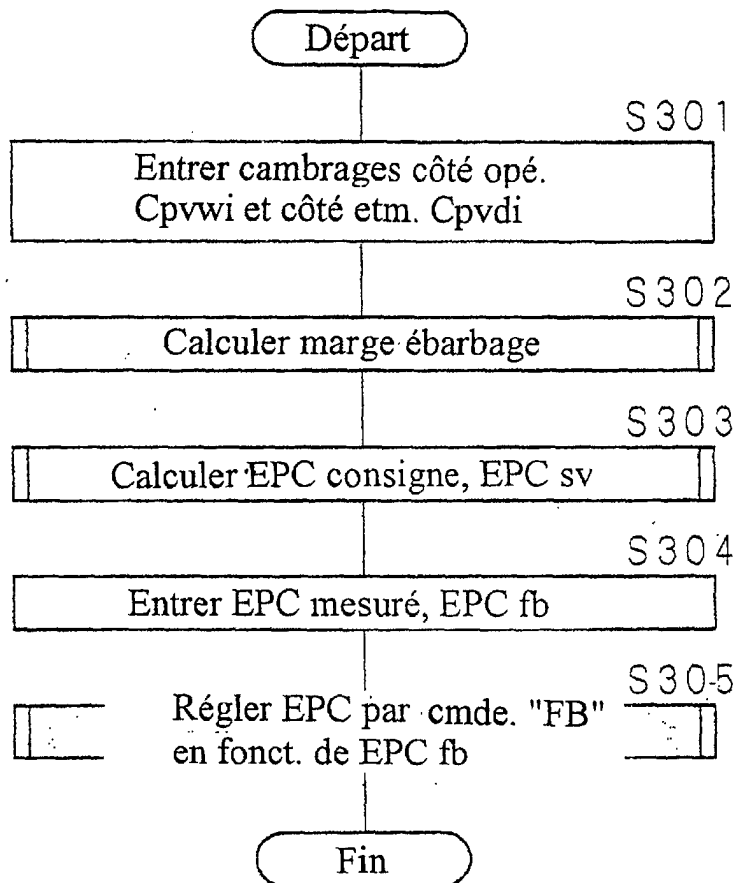


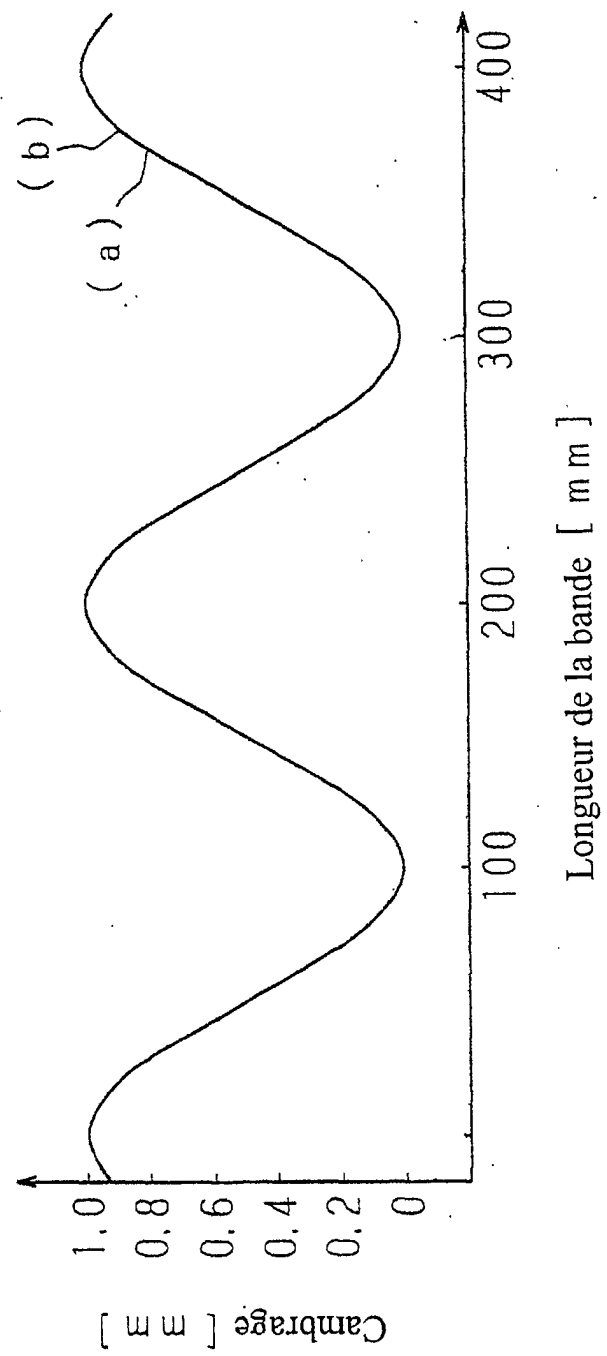
FIG.10



opé = opérateur
 etm = entraînement
 cmde. "FB" = commande à rétroaction

FIG.11

FIG.12



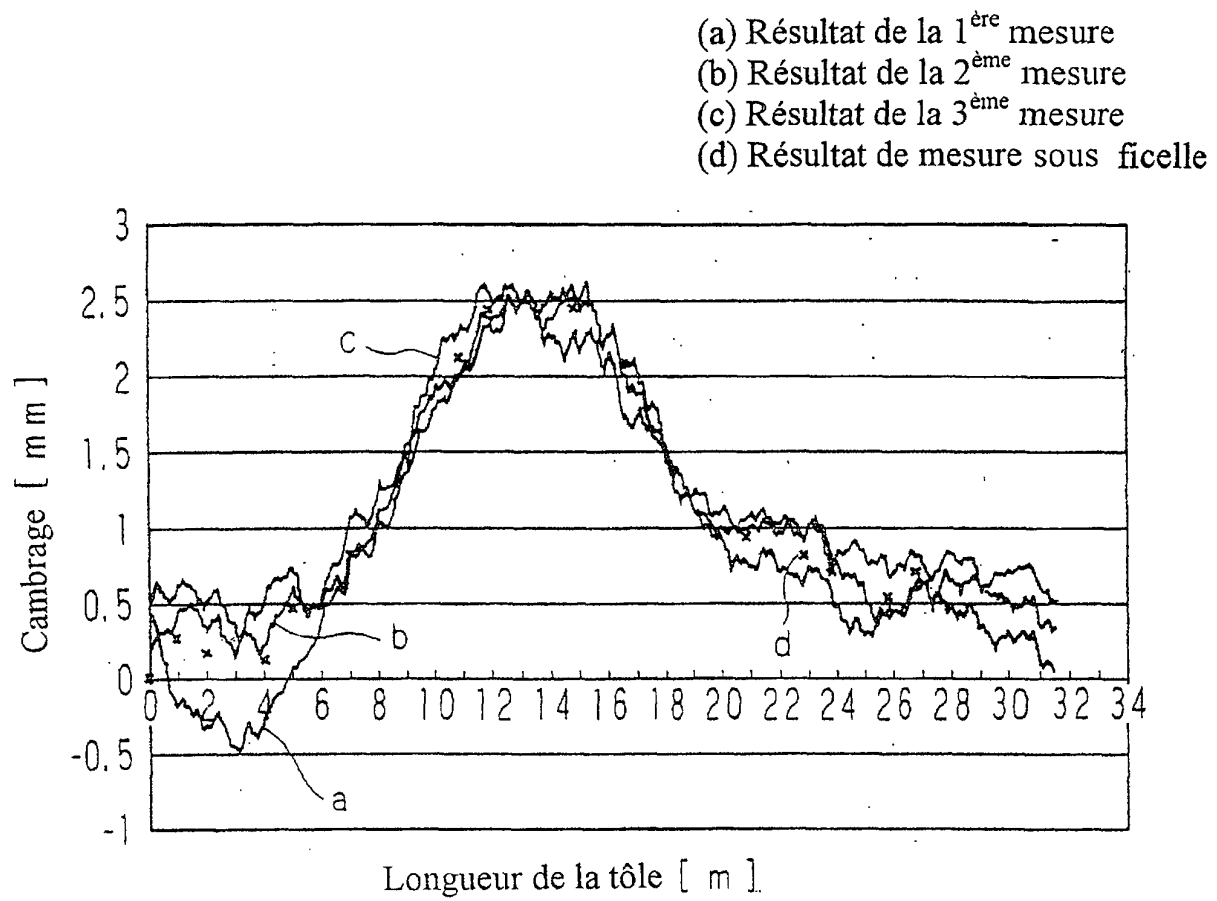
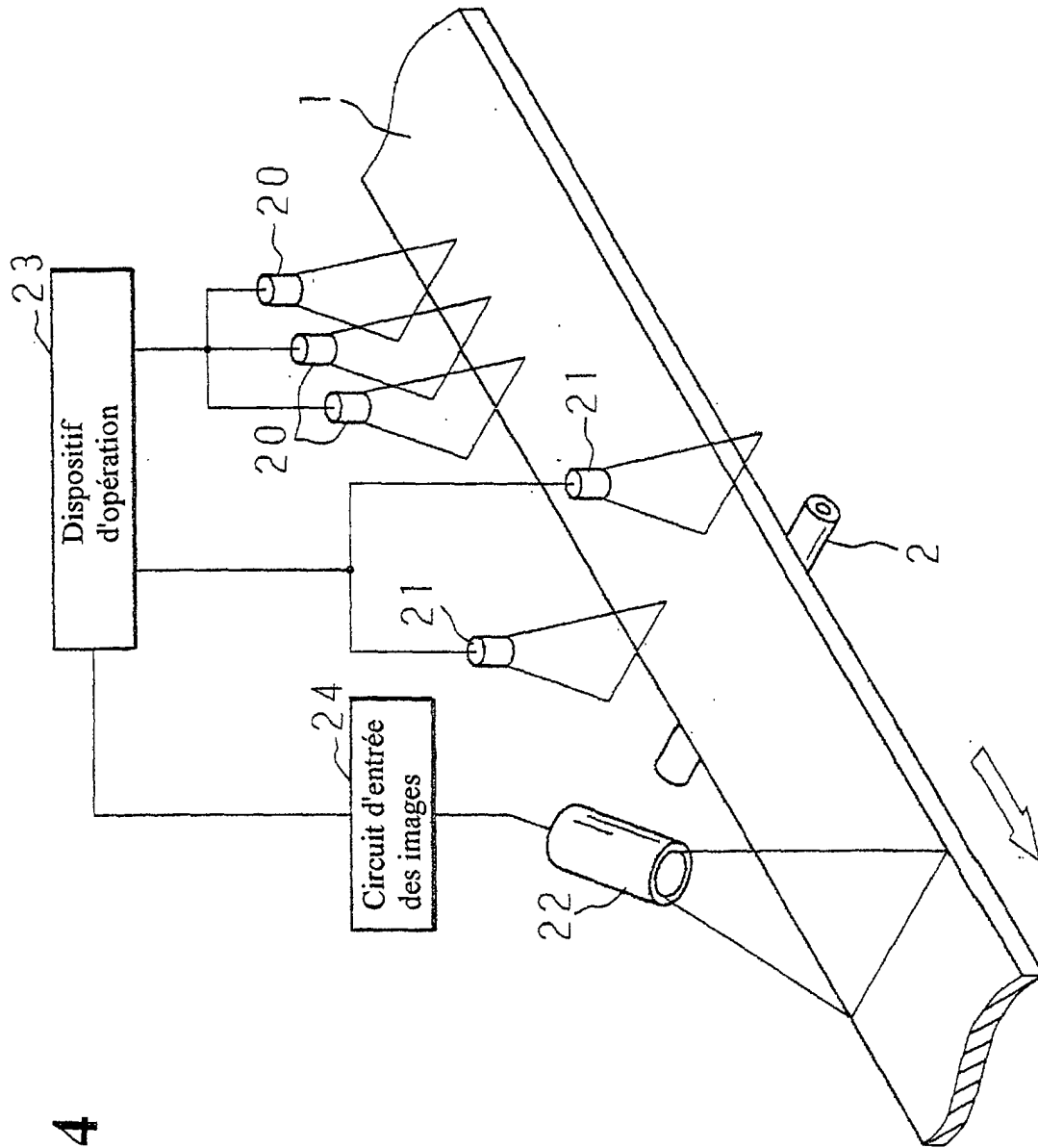
**FIG.13**

FIG.14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07853

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ G01B11/02, G01B11/04, G01B11/24 G01B11/30, G01N21/892, B21C51/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. ⁷ G01B11/02, G01B11/04, G01B11/24 G01B11/30, G01N21/892, B21C51/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) WPI		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 9-304035, A (Nippon Steel Corporation), 28 November, 1997 (28.11.97), Par. Nos. [0014]-[0017]; Fig. 2 (Family: none)	1-14
A	JP, 7-19830, A (Nippon Steel Corporation), 20 January, 1995 (20.01.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP, 52-44656, A (Nippon Steel Corporation), 07 April, 1977 (07.04.77), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP, 9-304296, A (Kawasaki Steel Corporation), 28 November, 1997 (28.11.97), Par. Nos. [0014], [0015]; Fig. 1 (Family: none)	5, 11
A	JP, 8-94333, A (Nippon Steel Corporation), 12 April, 1996 (12.04.96), Par. No. [0018] (Family: none)	6, 12
A	JP, 61-46310, A (Kobe Steel, Ltd.), 06 March, 1986 (06.03.86),	7, 13
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 13 February, 2001 (13.02.01)		Date of mailing of the international search report 27 February, 2001 (27.02.01)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07853

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	Full text; all drawings (Family: none)	

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)